THEORIA
ENTIUM SENSIBILIUM
SIVE
PHYSICA UNIVERSA
SPECULATIVA, EXPERIMENTALIS
SYSTEMATICA ET GEOMETRICA
OMNIUM CAPTUI ACCOMMODATA.

Accessit rerum index alphabeticus, cujus ope totum hoc opus lexici physici vices gerit.

AUCTORE
ABBATE PARA DU PHANJAS.

E Gallico sermone in Latinum vertit F. T.

TOMUS TERTIUS.

THEORIA METEORORUM, LUCIS, IGNIS, ELECTRICITATIS.

VENETIIS.

APUD LAURENTIUM BASILIUM
Superiorum permissu, ac Privilegio.
MDCCLXXXIII.



THEORIA ENTIUM SENSIBILIUM

SIVE

PHYSICA UNIVERSA.

SEQUITUR AERIS THEORIA.

THEORIA METEORORUM.

Meteora aquea.

Meteora lucida.

Meteora ignea.

Meteora aerea.

SECTIO TERTIA.

METEORORUM NATURA.

789. MEteora (*) dicuntur phænomena quædam, naturales quidam effectus in athmoſphæra orti, & conſpicui, in aere ſcilicet tellurem ambiente. Hæc paſſim in Me-

(*) ETYMOLOGIA. *Meteora a* μετεωρος altus, ſublimis. *Effectus, ſeu ſpectaculum edito loco, in regione ſuperiore apparens.*

Meteora aquea, lucida, ignea, aerea dividuntur. Hanc nos quoque divisionem sequemur.

At lectorem monitum volumus, ne semper in hac sectione invictas demonstrationes expectet. Meteororum omnium productio aliquid abditum, & obscurum habet, & expertissimis physicis omnibus adhuc impervium.

Vaporum, & exhalationum ascensus.

785. OBSERVATIO. *Athmosphara*, fluidum hoc invisibile orbem nostrum involvens, & secum diurna, atque annua rotatione conversum, nunquam puro aere constat: quidquid fermentescit, & putrescit, quidquid vegetat, atque transpirat, quidquid aeris, & ignis actio exaltare potest, & volatile efficere: aqueæ, oleosæ, salinæ substantiæ illuc omnes undequaquè concurrunt non perceptibili forma: omnia hæc aeri ad quandam usque altitudinem immiscentur, & meteora pariunt. Athmosphæra, (sicut jam præcedenti volumine adnotavimus,) est itaque hæc aeris, vaporum, exhalationum commixtio, quæ circa terram ellipsoidale involucrum efficit quindecim ferme leucas altum (743); cujus tamen aer præcipua pars est, & cujus vapores pars sunt accessoria, & adventitia. Certum est, & nemini ignotum, *vapores*, & *exhalationes* in athmosphæra attolli: at vero quænam hujus ascensus causa est? quonam physico machinamento hoc fit? certam rei hujus rationem reddere non leve negotium est.

I. Calor una ex præcipuis phænomeni causis esse videtur, non tamen unica; neque enim calori vaporum, & exhalationum elevatio proportionalis est: sæpius enim in rigidissimo frigore nix evanescit, glacies minuitur, & utraque in vapores exaltatur.

II. Certum est, aeris actionem ad vapores, & exhalationes attollendas plurimum conferre.

At

At qua ratione hoc fit? Passim ajunt vapores, & exhalationes ab aeris pressione multo hisce corpusculis calore immensum dilatatis, atque divisis gravioris elevari. At ratio ista non sufficit. Ut enim aquæ volumen, exempli gratia, fiat æquali aeris volumine specifice levius, ita dilatari debet, ut octingenties saltem majus fiat. Atqui hæc dilatatio multo majorem calorem postulat, quam qui tunc habeatur, quum vapores magna in copia attolli videmus.

III. An ne de *speciali attractione* inter aerem, & corpuscula, quæ attollit, suspicio esse posset illi simili, qua aqua sales attrahit, illisque commiscetur (105)? In hac hypothesi admodum naturæ consona caloris, & aeris actio modo simul, modo seorsim in vaporum, & exhalationum ascensum influens phænomenon explicaret, a quo certissime meteora omnia procedunt. Primo caloris actio corpora dilatans, partium adhæsionem minuens innumerorum compusculorum separationem juvaret, quæ ita ad aeris attractionem essent proxime disposita. Deinde aeris actio corpuscula hæc attraheret vi majori vel minori, ea ratione, qua ejus affinitas minus, magisque saturata esset, qua ejus massa magis, minusque densa esset, qua ejus actio supra idem corpus, puta supra stagnum, vento flante magis minusque iteraretur.

Non tamen hinc sequeretur, vapores, & exhalationes ad summam athmosphæræ altitudinem efferri, sicuti salina corpuscula ab imis aquis ad superficiem attolluntur; quum enim aeris densitas eo magis minuatur, quo magis a terra recedimus; fieri facile potest, ut ad hexapedas mille, aut bis mille aer vim attractivam non amplius tantam habeat, qua altius corpuscula efferre possit, quorum gravitas semper proxime constans viribus attractivis semper decrescentibus opponitur. Quam primum videbimus, illos quos vapores, & exhalationes nuncupamus, ac

multo magnam altitudinem in aeris regione non extolli (790).

Meteororum divisio.

786. DESCRIPTIO. Meteora omnia a fluido aereo, & a vaporibus, & exhalationibus per illud diffusis exoriuntur. Discrimina tamen sunt, quibus singula meteora invicem distinguuntur,

I. *Meteora aquea* sunt vapores simul collecti, modo magis, modo minus dilatati, aut condensati, modo fluidi, modo liquidi, modo frigore solidati. Aqua meteororum aqueorum unicum, aut præcipuum constitutivum est.

II. *Meteora lucida* sunt lucis reflexio, aut refractio in nubibus; sive nubes istæ vaporibus tantum, sive vaporibus, & exhalationibus simul constent.

III. *Meteora ignea* sunt exhalationum sulphurearum, nitrosarum, bituminearum, phosphoricarum congeries, quæ a tribus regnis eductæ ad diversas altitudines in athmosphæra attolluntur, ibi coalescunt, fermentescunt, accenduntur, dissipantur modo vaporibus commixtæ, modo ab illis secretæ (*a*).

Magnum inter lucida, & ignea meteora discrimen intercedit. Meteora lucida nulla intima accensione collucent: eorum lux extranea est, quam reflectunt, aut refringunt, non gignunt. Meteora ignea intima accensione collucent: eorum lux adventitia non est, sed ab ipsis oritur, & a corporibus illa componentibus.

IV. *Meteora aerea* sunt tantum fluxus, atque com-

(a) *Qui pleraque ex meteoris igneis fluid electrico tribuet, is validissimis rationibus sententiam suffultam tuebitur.* Interpres.

commotio fluidi comprimibilis, & dilatabilis terram ambientis, aeris scilicet.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

METEORA AQUEA.

Meteora aquea hic a nobis consideranda sunt ros, nebula, nubes, pruina, pluvia, nix, grando, diluvium, typhon, pluviæ portentosæ.

Ros serotinus.

787. DESCRIPTIO. *Ros serotinus* est humor ille, quo præsertim sudis æstivis diebus paulo ante solis occasum aer imbutus est. Humor iste a terra in athmosphæram attollitur. Si enim sub ingenti vitreo recipiente ad quandam altitudinem aut charta, aut pannus lineus bene siccus ponatur, duabus, aut tribus horis post humentes inveniuntur. Probat hoc, humorem hunc ab athmosphæra non delabi, imo in hanc a terris assurgere.

EXPLICATIO. I. Sol sua supra horizontem vera, aut apparente revolutione ardentibus radiis aerem, terram, aquas calefacit. At calor iste, sole non amplius illum præsentia sua conservante, facilius ab athmosphæra avolat, quam ab aquis, & terrestribus corporibus illa densioribus. Et re ipsa experimus, sole jam in occasum verso terram & aquam aere magis incalescere; si enim manus aut arenæ cumulo, aut aquæ stagno admoveatur tota die soli exposito, major in arena, & aqua, quam in aere calor persentitur. Quid inde continget?

II. Materia ignea, quæ omnium fluidorum more ubique æquilibrium affectat, a terra, & ab aquis elabitur, ubi abundantior est, ut in

athmosphæram diffundatur. A terreis, aqueis, oleosis, salinis corporibus erumpens ingentem secum vaporum, & exhalationum copiam asportat, quas sensim in aerem attollit aut ab aeris attractione adjuta, aut ab alio fluidi hujus physico machinamento, cujus natura fortasse ignota est, at quod certo datur. Hinc ros serotinus.

Ros matutinus.

788. DESCRIPTIO. *Ros matutinus* est humor ille, qui aliquanto ante solis ortum ab aere in terras delabitur. Primitiva hujus roris causa est ros vespertinus, seu nocturna post solis occasum vaporum exaltatio.

EXPLICATIO. Vapores, & exhalationes, quæ noctu ad aeris regionem terræ proximam sese sensim extulerunt, sese cum aeris stratis æquilibrant, a quibus attractæ contra propriam gravitatem sustinentur.

At orto sole strata hæc aerea calore rarefiunt: aer ita rarefactus non amplius cum vaporum, & exhalationum pondere æquilibrium servat, quas quum densior esset sustinebat. Quare vapores hi, & exhalationes aut mixtæ, aut separatæ gravitati obtemperant, & in terras labuntur.

789. NOTA. Cælo interdiu nubilo nullus ferme ros est neque serotinus, nec vespertinus. Nubes enim per athmosphæram diffusæ radios solis intercipientes igneam hujus astri materiam in terrestribus corporibus [illegible]cervari non sinunt. Quare nequit hæc ab his corporibus in athmosphæram assurgere, illucque vapores, & exhalationes attollere.

Ita quoque quum diem sudum sequitur nox ventosa, nullus ferme ros est; vapores enim, & exhalationes, quas materia ignea e terrestribus corporibus elapsa in aerem advehit, vento-

rum

rum impulsu illico asportantur, & dissipantur; quare sensibili copia in unum locum colligi illis per tempus non licet.

In quibusdam regionibus perraro pluit; at vicissim copiosissimus ibi ros est, qui ad terræ ubertatem satis est: quum ros quilibet sit illi veluti exigua pluvia quotidiana.

Nebula, nubes.

790. DESCRIPTIO. Nebula, & nubes sunt tantum vaporum, & exhalationum congeries inferiorem aeris regionem occupans, & obscurans. Quum congeries hæc terræ omnino proxima est, *nebula* nuncupatur; quum altius supra terram attollitur *nubes* dicitur. Quare nebula nubes est infimam aeris regionem occupans; nubes sunt ingentes nebulæ altius elatæ.

I. Quum nebula vaporibus tantum, seu partibus aqueis constat, inodora est, & plantis, atque animantibus innocua. At sæpe vaporibus noxiæ exhalationes commiscentur, cujusmodi sunt, quæ a paludibus exhalant: tum vero nebula noxia, & lethalis est. Aliquando ex ingrato odore, ex acredine oculos graviter afficiente, & lacrimas provocante, ex florum, fructuum, plantarum, omnium fere naturæ productionum languore manifestatur. Non omnes nebulæ ex commixtis vaporibus, & exhalationibus noxiæ, & lethales sunt: imo nonnullæ beneficæ sunt. Ligeris nebulæ, exempli gratia, pectore laborantibus salubres sunt; certe quia oleosis, & balsamicis exhalationibus redundant, quibus huic morbo sensim medentur.

II. Nubium color, figura, magnitudo infinite varia est: omnia hæc a vaporibus, & exhalationibus, quibus constant, procedunt. Quo densiores, magisque heterogenei vapores isti sunt, eo aptior est nubes lucem intercipere, eo magis nigra apparet, & tenebrosa. Quum nubes

partibus inflammabilibus præsertim constat, tunc fulguris, fulminis, tonitrui materiam, & pabulum in sinu gestat; de quibus alibi.

III. Nubium quoque altitudo admodum varia est: aliæ quippe magis, aliæ minus supra terras attolluntur. Phænomenon hoc nihil præter diversam specificam gravitatem in corporibus illas componentibus magis, minusque attenuatis videtur postulare. Graviora inferiori athmosphæræ strato, leviora superiori æquilibrantur; stratorum enim gravitas eo magis decrescit, quo magis strata a terræ superficie recedunt, quum eo magis rarefiant.

Nubes sublimiores, quæ primo intuitu ad immensam altitudinem elatæ videntur, nunquam ferme leucam unam supra terras attolluntur, raro dimidiam. Ricciolius plurium nubium altitudine geometrice dimensa invenit, altissimas, magisque rarefactas nunquam ad passus 5000 attolli, qui leucam unam cum tribus quadrantibus efficiunt. Juxta Keplerum nubes, a quibus grando cadit, nunquam, aut fere nunquam ultra milliaris quadrantem elevantur, qui hexapedis proxime 208 æquivalet. Per Fromondum in sua meteorologia, nubes pluvia raro supra terras ultra pedes 2500, hoc est hexapedas ferme 408 elevatur. In nostra geometria nubis cuiuscumque altitudinis geometrice capiendæ methodum invenies (*Math.* 425).

Pruina.

791. DESCRIPTIO. I. *Pruina* efficitur a rore sensim sine sensu ab athmosphæra labente, & dum labitur in gelu concrescente ad autumni finem, & initio veris paulo ante ortum solis.

Vere, & autumno sol cælo sudo terræ, & aquæ superficiem satis calefacit, ut inde copiosus ros serotinus, & matutinus habeatur (787). Quum vero hisce anni tempestatibus, & in ali-

qui-

quibus regionibus horis matutinis frigus ingruat non mediocriter; maximum vero frigus fit hora solis ortum præcedente, sæpius frigus hoc adeo riget, ut rorem matutinum in gelu cogere valeat, dum hic minimis guttulis ab aere solis radiis rarefacto decidit: calor solis etenim successive sublimiores primum, dein inferiores athmosphæræ partes afficit. Quare ros iste non minimis guttulis liquidis, sed minimis congelatis corpusculis concretus labitur, quæ alia aliis ingesta sensibile tandem glaciei stratum efficiunt.

DESCRIPTIO II. Altera pruinæ species est, quæ hyeme aere simul frigido, & humido arboribus, herbis, capillis, fenestrarum vitris adhæret. Oritur hæc pruinæ species aliquando ab humiditate a corporibus, quæ obtegit, emanante.

I. Pruina hæc majori copia plantis viventibus, quam inanimis corporibus adhæret; sive quod plantæ ex ipsa organica structura magnam aeris quantitatem ebibant, vaporum non item illi admixtorum, quique propterea foliis, & ramis insistunt: sive quod plantæ transpirantes, & propriorum succorum circulatione humores ad extima propellant, qui in ipsis pororum orificiis frigore in gelu concrescant. Quare pruina, qua aliquando plantæ obteguntur, magna ex parte ab earum succis genita habenda est.

II. Pari modo pruina, quæ peregrinantium capillis, & equorum crinibus adhæret, maxima ex parte ab humoribus ab animali corpore emanantibus orta videtur, qui per tenuissimos canales, quibus capilli, & crines pertusi sunt, emergant; præsertim quum capillorum, & crinium extrema ab animalis caloris sede distent; quo fit, ut facilius frigoris externi vim experiantur.

III. Pruina fenestris adhærens, & in elegantes ramusculos conformata passim non ab exter

na, sed ab interna humiditate gignitur. Quum major sit conclavis interior calor, quam exterior; materia ignea, ut ad æquilibrium componatur continenter per poros vitri liberum illi exitum concedentes effugit. In fuga secum aqueos vapores abripit, qui per vitri poros exire quum nequeant, per quos moleculæ igneæ elabuntur, quibus adhærebant, ibi sistunt, ac congeruntur. Vitrum externo frigore rigens vapores hos in glaciem vertit eo ordine, quo adveniunt, & quo juxta propriæ affinitatis leges disponuntur: hinc orta hæc pruina, & rami, quibus intima vitrorum superficies quibusdam temporibus obtegitur.

Si quis non ab intima, sed ab extima humiditate pruinam hanc ortam suspicaretur, facile oppositum verum dignoscet. Si enim conclavis fenestra vitrea duplex sit, pruina in intima fenestra apparebit, ad quam primo conclavis humiditas defertur, & ad quam sistitur, non vero in extima, quæ prius pruina obtegi deberet, si humiditas, a qua gignitur, extrinsecus adveniret. Vel eidem fenestræ vitra duo, alterum interius, alterum exterius agglutina. Pruina interiori interioris vitri superficiei passim adhærebit; nisi si forte majus aliquando interius frigus sit; tunc enim externæ externi vitri, nunquam internæ superficiei, pruina adhærebit.

Pluvia.

793. DESCRIPTIO. *Pluvia* est aqua simplex, fluida, inodora, insipida, achromatica, in sensibiles guttas ab athmosphæra decidens, ad quam in vapores, seu in minimas partes a naturali distillatione attenuata ascenderat.

I. Vapores, sive moleculæ aqueæ, quas terræ calor, & aeris actio in athmosphæram extulerant; per illam in minimas, & solitarias particulas divisæ disperguntur; & diversis stra-

tis

tis aereis ad varias a terra distantias æquilibrantur. Moleculæ hæ aqueæ juxta leges æquilibrii hydrostatici in aeris regione sustinentur donec ibi solitariæ, & dispersæ sunt; sive quod inferiora aeris strata illis sint specifice graviora; sive quod ista, per quæ illæ dispersæ sunt, tanta affinitate cum illis, & vi attractiva polleant, ut earum gravitatem vincere valeant.

II. Vapores hi, moleculæ hæ aqueæ ita exaltatæ, & per athmosphæram dispersæ duabus causis in pluviam verti possunt; *ventorum actione* nubes comprimentium: *frigoris actione* aerem condensantis.

Quum nubes duæ directionibus oppositis simul confligunt, patet, illas comprimi debere. Tunc moleculæ aqueæ antea per aerem solitariæ, & dispersæ necessario invicem accedunt; naturali affinitate sese attrahunt (97); conjunctæ in sensibiles guttas convertuntur magnitudine diversas, quæ quum aerem, in quo sunt, specifice graviores sint, gravitatis excessu fluidi hujus ima petunt.

Idem etiam vento non flante contingere debet, quum athmosphæra antea calore dilatata frigore condensatur. Aeris condensatio mutuum molecularum aquearum per ipsum dispersarum accessum necessario parit. Hinc mutuo invicem attrahuntur, in ampliores guttas colliguntur; unde earum lapsus in pluviam.

III. Quum aeris compressio, aut condensatio lente, & paulatim fit, pluviæ guttæ minimæ sunt. Quum hæc compressio statim, ac violenter fit, pluvia cadit ingentibus guttis, ac magna celeritate. In primo casu pluviæ guttæ cadere incipiunt antequam in magnam massam colligantur aptam aeris resistentiam facile superare; in altero moleculæ aqueæ cito simul collectæ in grandes guttas coalescunt antequam in infimam aeris regionem adveniant, quo a magno propriæ gravitatis supra aerem excessu motu

tu accelerato feruntur. Aliquando tenuis pluvia a nube parum alta cadit, pluvia grandioribus guttis a nube admodum elata.

Nix, & grando.

794. DESCRIPTIO. Nix est tenuis pluvia gelu concreta dum cadit: grando est pluvia grandioribus guttis æque gelu concreta. Nix, & grando sunt tantum aqua in aere in glaciem versa. Ambo origine, formatione, constitutivis similes, massa tantum, & condensatione diversæ sunt.

EXPLICATIO. I. Experientia constat, naturalem calorem eo minorem alicubi esse, ceteris paribus, quo locus supra maris superficiem magis attollitur; & eo frigidiorem aeris temperiem in montibus esse, quo magis ad verticem accedimus, quæcumque phænomeni causa sit, quod alibi explicare nitemur. Facile ergo intelligimus, rigidum frigus in quibusdam superioribus athmosphæræ stratis ingruere posse, dum nos in terræ superficie ingentem calorem experimur.

II. Experientia quoque constat, calorem posse aliqua ratione congelationem accelerare, spiritus frigorificos magna in copia ad liquidum cangelandum exaltando. (615)

III. Ex hac theoria, sive ex duplici hoc experimento facile *formatio nivis* explicatur. Exempli causa, moleculæ aqueæ in tenuissimam pluviam conversæ facile dum labuntur in glaciem verti possunt a frigore in stratis aereis, per quæ transeunt, rigente. In lento earum lapsu minimæ hæ gelidæ particulæ sibi invicem accedunt, colliduntur, irregulariter mutuo adhærent affinitate: hinc flocci nivis. Perraro æstate ningit; raro enim ea tempestate athmosphæra ita riget, ut aquam congelare possit. Nunquam in zona torrida, & in regionibus nonnullis zona-

narum temperatarum prope tropicos eadem ratione ningit. Hyeme sæpius ningit; tunc enim sæpius athmosphæra tanto frigore riget, quanto ad gelu formandum opus est.

IV. Ex iisdem principiis procedit *formatio grandinis*, aliquo tamen discrimine, cujus rationem reddere arduum admodum non est. Die fervidissimo, quo terra calens magnam spirituum frigorificorum copiam exhalat, & cacabi vices gerit, de quo egimus quum de glacie artificiali dissereremus (614); nubes parum elata subito compressa, aut condensata vapores suos in grandes pluviæ guttas convertat; hæ per aerea strata transeuntes magno frigore rigentia ab ingenti frigorificarum exhalationum copia exorto, brevissime in glaciem concrescent. Massulæ hæ gelidæ labentes aliæ aliis illiduntur, invicem adhærent, sæpius in ingentes glaciei massas coacervantur. Vidimus nos Vesuntione sex aut septem ante annos grandinem, cujus globi erant diametro duorum pollicum, & ultra: plerique historici fide digni grandinem cecidisse narrant, cujus massæ supra libram, imo nonnullæ sex, & octo libras pendebant.

Perraro hyeme grandinat. Difficile enim hac semper rigida tempestate fit magna, & subita condensatio orta ex celeri a magno calore ad magnum frigus transitu. Sæpius diu, quam noctu grandinat; calor quippe diurnus majorem passim spirituum frigorificorum copiam attollit, a quibus in proximis nubibus pluviæ congelatio acceleratur. (615)

Physici, & naturæ studiosi observarunt, grandinem, & pluviam in summos montes cadentem tenuiorem esse, ceteris paribus, quam quæ in imas valles labitur. Hoc dicta confirmat; pluviæ guttas scilicet, & grandinis massas in lapsu augeri pluribus guttis, pluribusque massis in unam coalescentibus. Quum præter modum ingentes sunt grandinis massæ, tunc nubes, unde

ca-

cadunt, & elatior esse debuit, & promptius condensata; & venti furentes, & in turbinem acti lapsum retardare, & guttarum gelidarum mutuam adhæsionem juvare debuerunt.

795. NOTA. Nix terram fovet, & fœcundat; sive in illam simul cum aqua plures substantias vegetabiles deferendo ab ipsa exaltatas; sive plantas hyeme a noxiis glaciei concretæ, & solutæ vicissitudinibus protegendo; sive terræ poros obstruendo, & succis vegetantibus exitum interdicendo, qui hyeme avolarent, quique hac tempestate ibi collecti, atque purgati, majori in copia tempestate magis opportuna emergunt.

In Alpibus *lacinam* vocant ingentem nivis massam, quæ in globum colligitur a summis montibus rotando. Lapsus hic a globulo nivis incipiens in immanem massam aliquando crescit, quæ summa velocitate per montium clivos ruens silvas evellit, tuguria, & pagos obruit, & quidquid ipsi obijcitur aut asportat, aut proterit.

Diluvium.

796. DESCRIPTIO. *Diluvium* est vasta nubes, quæ a vehementibus, & oppositis ventis compressa veluti momento temporis in aquæ diluvium solvitur, & torrentum instar in regionem aliquam ab athmosphæra dilabitur. Ejus in terras lapsus agros vastat, domosque diruit; in mare, ubi frequentius est, naves obruit, & mergit.

EXPLICATIO. I. Sit in athmosphæra densa nubes duas, aut tres leucas lata. Venti duo paralleli, & oppositi (puta auster, & boreas) simul vehementer perflent in nubem eorum directioni interjectam: quid inde fiet? nubes celeriter comprimetur, brevi in angustum spatium densabitur, in conum, aut cylindrum turbineum

neum conformabitur ; undequaque aquæ diluvium ejiciet ex vaporibus suis antea diffusis, nunc in unum collectis: atque hoc diluvium labens fluminis lapsum imitabitur, quod vorticoso, & accelerato motu in exiguum terræ, aut maris spatium e nubibus rueret.

Si nubes hæc illico magno frigore corripiatur a cylindro, aut a turbineo ejus cono undequaque horrida grando dilabetur. Si nubes hæc sulphureis, bitumineis, nitrosis, inflammabilibus exhalationibus redundet, cum grandine fulgura & flumina jaculabitur.

II. Si nubes hæc non a ventis parallelis, & oppositis duobus, sed a pluribus a quovis horizontis puncto perflantibus subito comprimeretur, quid adhuc contingeret? Nubes subito compressa, & ad exiguum spatium adducta æque in fluminis speciem converteretur, quod ab athmosphæra dilabens motu accelerato, subiectas terras obrueret, atque vastaret.

Pagus Seillacus dictus in superiore Delphinatu ad præcelsi montis radices situs a simili phænomeno obrutus, ac dirutus fuit anno 1759. Nubes ipsi imminens a ventis pressa, & a proximo montium tractu detenta illico in torrentes versa est, qui e cælo lapsi ejus domos diruit, & glaream plures pedes altam ejus agris induxit, qui ad hunc usque diem steriles effecti sunt.

Quum in mari dirum hoc meteorum nautis imminet, mos est majora tormenta sæpius explodere. Aeris agitatio nubem concutit, ejus partes dividit, directionem immutat, sæpius illam dissipat, aut non ita facile constipari sinit.

Typhon.

791. DESCRIPTIO. *Typhon* est ingens vortex aquæ rarefactæ, quæ e mari in athmosphæram attollitur modo instar columnæ, modo coni

ni inversi; quæque subinde illinc fluminis aut torrentis in modum ruit. Aliqui visi sunt, qui ad octoginta, imo ad centum hexapedas attollebantur, & totidem, quin & plures hexapedas lati erant. Nautæ, ut periculosum hoc phænomenon evitent, tormenta explodunt, ut in diluvio.

Promontorium bonæ spei & procellis, & singulari nube, quæ eas parit, aut comitatur infame est. Nubes hæc, primo maculæ rotundæ instar in cælo apparet, horrendi phænomeni exordium est, typhonis scilicet, qui in malacia natus extemplo mare perturbat, & dira procella furens efficit. In magnis lacubus typhones aliquando visi sunt: in lacu Lemano duo apparuerunt, alter anno 1741, alter anno 1742: hexapedas ferme duodeviginti alti, & lati erant.

EXPLICATIO. Typhon passim a subterraneis ignibus, sulphureis, & bitumineis materiis oriri videtur, quæ successive in immanibus cavernis infra mare, aut lacus fermentescant, & succendantur. Ignes hi subterranei aquas calefaciunt, eas in densos vapores celeriter attollunt eo modo, quo fornax aquam in cacabo illi impositam in vapores attollit, & dissipat. Aqua in vapores versa vorticibus in athmosphæram assurgit, quumque temporis satis illi non concedatur, ut late dispergi possit, supra evaporationis locum constipatur, donec densitate moleculæ in unicam massam coeant, quæ tunc proprio pondere ruit, & quidquid subest obruit.

I. Quum aqua in vapores versa spatium occupat 14000 majus, quam quum liquescit, & aeris volumen loco propellat novo suo volumini æquale (731); patet, typhonem celeriter supra vastam regionem coalescentem vehementer proximum aerem comprimere debere, illumque cogere, ut undequaque circa conum suum, aut cylindrum refluat. Hinc apparens aeris æque undequaque pressi tranquillitas dum typhon efformatur. At

At vero quum typhon lapsu dispergitur, qua horrenda succussione aer circa illum ad magnam distantiam compressus, & condensatus concurret, & saepius collidetur in vacuo a typhone relicto! Hinc dirae procellae, quae typhonis lapsum comitantur.

II. De ignibus subterraneis, a quibus primitus typhonem repetimus, nullo modo videtur dubitandum. Dum enim typhon efformatur mare vehementer ebullit, & athmosphaera sulphureis exhalationibus redundat, quae sensu percipiuntur. Ignibus his subterraneis hybernus maris Sinensis tepor tribuendus est, in quo typhones hi frequentissimi sunt praesertim Malacam inter & Japoniam; unde in illo mari periculosa admodum navigatio est. (500, 513 III.)

798. NOTA, Typhones alias alibi causas habere possunt. Visi fuerunt typhones stagni aquas ad nubes attollere ubi nulla de subterraneis ignibus suspicio esse poterat: cujusmodi typhon in Bavaria anno 1755 visus fuit. Horrendum tonitru integram nubem depressit, quae illico in vorticosum cylindrum assurrexit. Vortex hic supra exiguum stagnum transiens totam ejus aquam exhausit, quam deinde in minimas partes divisam ad fumi similitudinem dispersit.

EXPLICATIO. Violentus vortex tum spiralem, tum circularem motum habere potest. Supponamus itaque aereum vorticem, cujus directio cochleam Archimedis imitetur, horizonti perpendicularem, aut obliquum. (*fig.* 2.)

I. Vortex iste stagno, aut lacui A imminens & summa velocitate motus directione A B C D E N perpetuo subjectam aquam in minimas guttas dissipare, ac dividere debet. Guttae hae in turbine ita dispersae vim motricem, qua asportantur, sequi debent: hujus directio spiralis est A B C D E N; debet ergo aqua vortice perseverante, perpetuo a stagno A, ad nubem N insensibilibus guttis attolli.

II.

II. Si vortex hic celerrimus sit, maximeque condensatus, vi ea pollere potest, qua cum stagni aqua limum quoque, arenas, plantarum semina, pisciculorum ova, aliaque innumera similia corpora aquis immixta attollat. Sæpius & nos videmus exiguos pulveris, & arenæ vortices a solo in aerem attolli; quare eadem causa aquæ particulas, & omne genus corpora admixta attollere nequeat, quæ, ut pulvis, & arena, vorticosi venti directionem sequantur?

Prope Ardebilam in Perside typho quotidie in meridie mensibus Junii, & Julii ingentem arenæ copiam per horam ferme attollere pergit. Ponamus, in hac regione ingens esse aquæ stagnum A: tunc arenæ loco aquæ vortex, corporumque illi admixtorum attolletur. Erit hic typhon, quem explicamus, & cujus explicatio innumeris similibus phænomenis aptari potest.

Pluvia portentosa.

799. OBSERVATIO. Historiæ nonnullas singulares pluvias memorant, quas inter aniles fabulas facile recenseas; cujusmodi sunt sanguinis, cinerum, ranarum, locustarum, aliorumque insectorum, tum argenteæ pluviæ, aliæquæ hujusmodi. An phænomena hæc naturæ vires excedunt? Quum vero ab historicis ceteroqui fide dignis narrentur, fides illis deneganda est, quod aut ἀδῶατα, aut absurda sint? Qua ratione phænomena hæc dari possint, & credi, quum a gravibus auctoribus referuntur, explicabimus.

Pluvia ranarum, piscium, Insectorum.

800. EXPLICATIO. Vehemens typhon stagni, aut paludis aquas ad nubes usque evehere potest, & cum his aquis ranarum, pisciculorum, insectorum ova. (798)

Violentum fulmen, aut ventus validus typho-

phonem, & superjectam nubem dissipet, & alio asportet: regio, in quam nubes ista cadet, pluviam habebit ranarum, pisciculorum, insectorum sive quæ ex ovis in ipsa nube eruperint, sive quæ post lapsum in terras cito erumpent.

Pluvia locustarum.

801. EXPLICATIO. Pluries in Ægypto, in Polonia, in Germania, in Provincia locustarum legiones visæ sunt a ventis delatæ repente in agros irruere, eosque omnino voracitate vastare, & corruptione inficere.

Certum est, hæc insecta postquam regionem aliquam populata fuerint, fame impulsa, & macie levia alte evolare; & valido vento propellente in aliam regionem immenso veluti examine transferri. Hoc examen a vehementi pluvia deiiciatur. Erit hæc pluvia locustarum.

Pluvia sanguinis.

802. EXPLICATIO. I. Post cruentam pugnam quum campus cadaveribus consitus est, & sanguine exundans violentus turbo aut fortuito exurgens, aut a fermentatione, & corruptione productus sanguinem hunc in athmosphæram attollere potest, ut stagni aquam attollit (798). Sanguis hic supra typhonem sanguineam nubem efficiat; quæ si prope in pluviam solvatur veri sanguinis pluviam dabit. In historia Romana legimus post Cannensem pugnam sanguine pluisse. Si verum hoc non est, esse tamen potuit.

II. A quibusdam fodinis subterranei ignis actione plurimæ in athmosphæram assurgant exhalationes cinnabaris, minii, aliorumque corporum, quæ apta sint aquas rubro colore tingere. Exhalationes hæ ab aliquo turbine delatæ illis simili, qui typhones efficiunt, nubem tingent, quæ in pluviam soluta sanguinis pluviam colore referet.

Plu-

Pluvia lactis, argenti, cineris.

803. EXPLICATIO. Ingens copia exhalationum cerussæ, calcis, aliorumque corporum aptorum aquam lacteo colore tingere a quibusdam fodinis erumpant, & ab aliquo typhone in nubem pluviam attollantur (798). Pluvia hæc tenui hoc pulvere infecta albescet; & ratione coloris pluvia lactis nuncupabitur.

II. Referunt, imperante Alexandro Severo miram pluviam cecidisse, quæ nummos cupreos argenteo colore tinxit, qui in plures dies perseveravit. Si eventus vere contingit, ejus verosimiliter causa fuit ingens eruptio ex quibusdam substantiis aptis aquæ comm sceri, cupro adhærere, & illi argentei coloris stratum obducere.

III. Vulcani eruptio, urbis, aut silvæ incendium immensam cineris copiam in aerem proiicit, quam ventus vehemens multo procul avehere potest. Pluvia huic commixa dicetur pluvia cineris.

§. II.

METEORA LUCIDA.

IRis, parelium, paraselene, halones meteora lucida sunt, quæ explicare aggredimur. Ad calcem sequentis paragraphi expendemus, num aurora borealis inter meteora ignea, an inter lucida tantum sit recensenda.

Hic lectorem monitum volumus, meteororum lucidorum theoriam a toto ferme tractatu de luce necessario pendere, neque nos huc veluti præmature theoriam hanc inserere, nisi, ut ne mutilum tractatum meteorologium tradamus. Qui, in iis, quæ ad lucis naturam spectant, ad colo-

colorum diverſitatem, ad variam ejus refrangibilitatem, ad reflexionis, & refractionis leges, ad modum, quo viſio rerum, & colorum fit intra, atque extra oculum, nondum ſatis verſati ſunt, ab hoc paragrapho abſtineant donec quæ tribus primis ſectionibus ſequentis tractatus traduntur non didicerint. Paragraphus hic ad calcem dioptricæ locandus eſſet.

Iris.

804. DESCRIPTIO. Iris elegans illud meteoron eſt arcus verſicoloris forma, quod ſæpius cælo pluvio in athmoſphæra apparet, quum a ſole minus gradibus 42 ſupra horizontem elevato averſi nubem conſpicimus ſeſe in tenuem pluviam ſolventem, & ſoli adverſam. Fere ſemper duo ſimul arcus apparent paralleli, & concentrici, interior unus, atque vividior, exterior alter, atque languidior. (*fig.* 4.)

I. In *interiore arcu* VKC colores in ſtrata concentrica hoc ordine ſunt diſtributi. Ruber ſuperius ſtratum occupat, flavus, & viridis ſtrata media, violaceus infimum.

II. In *arcu exteriore* NXY colores æque in ſtrata concentrica, at ordine omnino oppoſito diſtributi ſunt; ruber infimus eſt, viridis, & flavus medii, violaceus ſupremus.

Phænomeni hujus cauſa toti antiquitati ignota non niſi a ſæculo, & dimidio innoteſcere cœpit. Antonius de Dominis Archiepiſcopus Spalatenſis primus hoc naturæ miraculum ex lucis in aqueis guttis refractione explicavit. Carteſius ejus theoriam amplexus aliqua ratione perfecit. Neutonus illam omnibus numeris abſolutam, atque perfectam tradidit præclaris inventis ſuis de coloribus, & radiorum refrangibilitate. Bina proponimus experimenta, quibus naturæ opus imitamur in binis iis arcubus verſico-

ſicoloribus, quibus invicem diſtinguuntur, efficiendis. (*fig.* 1.)

805. EXPERIMENTUM I. Sit A A globus vitreus, cavus, & valde tenuis nitida aqua plenus, ad quandam altitudinem, quæ augeri poſſit, & minui ſuſpenſus, & radio ſolis per exiguum foramen S ex feneſtra admiſſo expoſitus in conclavi ceterum luci impervio. Obſervator a ſole averſus ſtatuatur in R V inter feneſtram, & globum ea diſtantia, & altitudine, ut radii a globo ad oculum redeuntes cum radiis a ſole ad globum venientibus angulos faciant modo S F R minores gradibus 42, 2′, modo M N V majores gradibus 50, $\frac{1}{2}$. (*fig.* 1.)

I. Si angulus S F R eſt 42°, 2′, oculus ſpectatoris in R ſitus rubrum colorem vividum videt in directione R *x r*: eſt hic color ruber iridis internæ, ſeu præcipuæ.

II. Si oculus attollitur V verſus, ſive ſi globus A A leniter deſcendit, ut angulum S F V minorem, ac minorem efficiat, donec ſit tantum 40°, 17′; omnes reliqui colores priſmatici ſucceſſive videntur. Oculus in I videt flavum in directione I *x i* infra rubrum; oculus in V videt violaceum cæruleo commixtum in directione V *x v* infra ceteros colores omnes: eſt hæc iris interna, ſeu præcipua.

Si poſſet oculus omnes ſimul radios admittere a globo A A provenientes, omnes hos colores unico intuitu videret. Eos in iride omnes ſimul videt, propterea quia omnes ſimul a diverſis minimis globulis, & ad diverſam altitudinem poſitis refringuntur.

806. EXPERIMENTUM II. Si idem globus attollatur in B B, & radius ſolaris M *f* cadat in inferiorem globi partem, radius hic M *f* refringitur ab *f* in *d*; reflectitur a *d* in *e*: adhuc reflectitur ab *e* in *g*, & tandem refringitur a *g* in V, I, R. (*fig.* 1.)

I. Oculus in R ſitus, poſito angulo M N R

50°,

50°, 57', videt colorem rubrum in directione R*gr*; est hic ruber color iridis externæ languidior illo iridis internæ.

II. Oculus in V situs, posito angulo MNV 54°, 4' ½, violaceum cæruleo commixtum videt in directione V*gv*: est hic violaceus color iridis externæ languidior illo iridis internæ.

III. Oculus successive inter R, & V constitutus ceteros colores prismaticos successive percipit magis, minusque distinctos, & a radiis magis minusque refractis productos. Flavum videt in *i*.

807. EXPLICATIO. I. Lux septem primigeniis radiis constat: hi natura heterogenei invicem refrangibilitate differunt (866). Radius ruber minus ceteris, violaceus magis refrangibilis est. Itaque radii hi ab aere in globum, & a globo in aerem transeuntes eadem obliquitate debent singuli diversam refractionem subire diversæ eorum refrangibilitati proportionalem, qua in suas classes rubras, virides, flavas, cæruleas &c. separentur.

II. Lucis solaris fasciculus S*f*, vel M*m* constat radiis speciei cujusque rubris, viridibus, flavis, cæruleis, croceis, omnibus ad sensum parallelis; quare oblique in globum AA, vel BB incidentes inæqualiter pro eorum diversa refrangibilitate refringi debent. Radii rubri omnium minime refrangibiles, solitarii in punctum R colligentur; violacei omnium maxime refrangibiles, solitarii in aliud punctum V colligentur: flavi, & virides primis magis, postremis minus refrangibiles, inter hos, atque illos singuli seorsim in I colligentur.

III. In inferiori globo AA pars radii solaris S*f* extra globum in aere reflectitur ad punctum *f*; altera pars globum ingressa refringitur ad perpendicularem *f*C, & directionem *ft* sequitur. Ad punctum *t* pars radii refracti *ft* extra globum elabitur in aerem; altera pars reflectitur directione *tx* angulum reflexionis faciens

angulo incidentiæ æqualem in globi superficie *t*. Ad punctum *x* pars radii reflexi *t x* intra globum reflectitur; altera pars a globo in aerem transit, & refringitur a perpendiculari *x p* recedens; pars hæc radii *t x* in aerem transiens dividitur, & radiis inæqualiter refractis fertur ad puncta R, I, V.

Pari modo in superiori globo B B pars radii solaris M*f* in aera reflectitur in *f*; altera pars in *f d* refringitur. Ad punctum *d* pars radii *f d* extra globum in aerem erumpit: altera pars a superficie globi reflectitur a *d* in *e*. Ad punctum *e* pars radii *d e* adhuc extra globum emergit; altera pars reflectitur in *g*. Ad punctum *g* pars radii *e g* reflectitur, & per globi cavitatem dispergitur: altera pars a globo in aerem transit, & ad V, I, R refringitur a perpendiculari *g p* recedens.

IV. Colores *v*, *i*, *r* globi inferioris viridiores sunt, quam superioris; radius quippe M*f* plures reflexiones subit, & longiorem refractionem, quam radius S*f*; primus ergo magis altero extenuatur. Idem in guttis pluviis in athmosphæra contingit: aer ambiens in guttis globosis vitri vices gerit in globis A A, B B.

808. APPLICATIO. Facile ex allatis experimentis nitida iridis explicatio deducitur: tantum aquæ guttas a nube soli adversa delapsas duobus globis A A, B B satis est comparare.

Ponamus itaque (*fig.* 4), athmosphæram N X Y Z repleri guttis pluviis ad sensum sphæricis: spectatorem esse in O a sole aversum; & a centro solis post spectatorem duci rectam G O F per oculum transeuntem, & parallelam radiis lucis A B, P M, D, E, R S in guttas incidentibus.

I. Radius D E refringitur in E K; reflectitur a K in *n*; & postquam in primigenios suos colores divisus fuerit, ejus pars minus refrangibilis, seu species rubra ad oculum in O fertur sub

angu-

angulo FO*n* graduum 42, 2′. Oculus videt colorem rubrum in K, ut in primo experimento. Ceteri colores magis refrangibiles, magisque refracti *nm* supra oculum feruntur; nec illum intrant.

Radius RS refringitur in ST: reflectitur a T in Q; & deinde a gutta emergens in primigenios suos colores dividitur, quorum magis refrangibiles pergunt in O sub angulo FOQ graduum 40, 17′. Videt oculus colorem violaceum aliquantum cæruleo admixtum in Q, ut in primo experimento. Ceteri colores minus refrangibiles, minusque refracti Q*m* infra oculum cadunt, nec illum afficiunt.

Jam vero ex his oculus videt extremos iridis internæ, seu præcipuæ VKC, colores. Guttæ inter K, & T sitæ oculo O ceteros internæ hujus iridis intermedios colores obiicient.

II. Radius PT in *tv* refractus, in *vx*, & in *xM* reflexus, ad punctum M in suos colores dividitur; ex his ruber omnium minime refrangibilis pergit in oculo rubri sensationem excitare in M sub angulo FQM graduum 50, 57′ ut in secundo experimento. Ceteri colores magis refrangibiles, magisque refracti M*m* infra oculum abeunt.

Radius A*r* bis refractus, bis reflexus, ut præcedens, suis moleculis magis ceteris refrangibilibus violaceum cæruleo admixtum colorem exhibentibus in oculum O fertur sub angulo FOB graduum 54,4′, ut in secundo experimento. Ceteri colores minus refrangibiles, minusque refracti B*m* supra oculum cadunt, nec illum afficiunt.

Hac ratione duos jam colores iridis superioris extremos oculus percipit. Guttæ aliæ guttis B, & M interjacentes ceteros hujus iridis intermedios colores exhibebunt.

III. Guttæ quatuor B, M, E, S, de quibus hactenus, non nisi quatuor iridis puncta oculo

exhibent. Ut illico percipiamus qua ratione oculus integrum cujusque coloris arcum videat, ponamus lineas O T, OK, O M, O B, quæ in O ad rectam O F concurrunt, circa ipsam O F veluti circa axem converti: ipsæ superficies conicas describent, quarum bases N B Y, V K C erunt circulares, & quarum axis communis est recta O F a centro solis in spectatoris oculum ducta, & ulterius indefinite producta.

Quum color ruber K internæ iridis, exempli gratia, undequaque ad oculum veniat sub angulo graduum 42, 2′; oculus O colorem percipiet, & referet in K, in V, in C; tria hæc puncta siquidem singula angulum efficiunt graduum 42, 2′ cum radio D E, vel O F.

Pari modo quum color violaceus B superioris iridis ad oculum undequaque adveniat sub angulo graduum 54, 4′; oculus O hunc superioris iridis colorem percipiet, & referet in B, in Y, in N; tria enim hæc puncta singula sunt ad angulos graduum 54, 4′ effectos a radio a sole ad guttam, & ab hac ad oculum veniente; ut in secundo experimento monuimus. Idem dicas de ceteris utriusque iridis coloribus.

809. NOTA I. Etsi omnes nubis NXYZA guttæ æque solis radios reflectant, & refringant; oculus O non *aream*, sed tantum *arcum* circuli colorati videre debet.

Ratio hujus est, quia colores refracti non nisi sub definito angulo a guttis emergunt; exempli gratia, color ruber interioris iridis VKC a gutta K non emergit, nisi sub angulo FOK graduum 42, 2′. Quare color ruber ab aliqua gutta in H, aut Z emergens sub angulo 42°, 2′, ad oculum O deferri nequit. Nequit ergo oculus O videre in H, aut Z in area circuli colorem, a quo non afficitur, quum directionem extra oculum habeat.

Idem de ceteris coloribus dicas, qui omnes a gutta refringente emersi directiones habent sub de-

definitis angulis, quos faciunt cum radio directo A B, D E. Nullus horum colorum ab H, aut Z ad oculum O deferri potest, angulus enim suæ directionis ad punctum H, aut Z illum procul ab oculo O deducit.

810. NOTA II. Major, aut minor iridis portio apparet pro minori, aut majori solis supra horizontem elevatione.

I. Quum sol in horizonte est, linea O F est horizontalis: infima pars Q iridis internæ apparet sub angulo F O Q graduum 40, 17′ supra horizontem: iris tunc est semiperipheria.

II. Quum sol 20 gradus supra horizontem elevatus est, linea O F 20 gradus infra horizontem deprimitur. Iridis punctum Q viginti gradibus horizonti propinquius apparet, quam antea. Oculus iridem videt non semicirculi, sed segmenti circuli forma.

III. Quum sol ultra 40 gradus supra horizontem elevatus est, linea O F ultra quadraginta gradus infra horizontem deprimitur. Iridis punctum Q infra horizontem est, nec amplius radios ad oculum in horizonte situm reflectit. Iris oculo non amplius visibilis est.

IV. Si quum sol infra horizontem est oculus ad 60 gradus supra horizontem elevatus esset, totam iridis peripheriam videre posset; tunc enim linea O F superficiem conicam describere posset, cujus basis VKCV, vel NXYN undequaque a nube pluvia terminaretur. At quum passim oculus in horizonte sit, arcum tantum videt modo majorem, modo minorem harum basium conicarum ad nubem refringentem terminatarum.

V. Aliquando oculus non arcum V K C, sed dimidium tantum, aut quadrantem, aut partem aliam quamcumque videt V K: sola quippe nubis refringentis pars V K actu in guttas solvitur a sole illustratas.

811. NOTA III. Latitudo K Q iridis infe-

rioris, X M superioris latitudine major est ferme gradu dimidio, quam a notis radiorum refrangibilitatis limitibus haberi deberet. Hic latitudinis excessus habetur ex solaris disci amplitudine, quæ ferme dimidii gradus est. Radii ergo a superiore, & inferiore hujus disci parte procedentes post refractionem dimidio ferme gradu magis distare debent, quam si omnes ab astri centro procederent.

Neutonus iridis internæ K Q latitudinem definivit graduum 2, 15'; iridis externæ latitudinem X M graduum 3, 40'; distantiam M K duarum iridum graduum 8, 15'.

812. NOTA IV. Methodo admodum simplici iridem imitari possumus. Exempli gratia: fiat satis amplus fons vitreus A B plurimis conicis tubulis instructus, a quibus aqua in tenuissima filamenta erumpat, quæ in aere in minimas guttas dispergentur (*Fig.* 7.).

Fons hic radiis solis objectus ad opportunam altitudinem, si inter solem, & fontem collocemur, & pullus pannus post fontem tendatur, iridem exhibebit in aquis erumpentibus B M N.

813. NOTA V. Iris aliquando noctu apparet: tunc hactenus explicatæ omnino similis est: tantum in nocturna colores multo magis languescunt.

A lunæ luce phænomenon hoc oritur, quæ noctu in nube pluvia refringitur sub iisdem angulis, eademque ratione, qua solis lux per diem. In iride hactenus explicata lunæ lucem solis luci ubique substitue: explicatio utrique inserviet.

Oa-

Parelium, & paraselene. (*)

814. DESCRIPTIO. I. *Parelium* est imago solis in nube picta: hoc phænomenon sæpe comitantur coronæ, aut halones iridi valde similes. Aliquando duo, tres, quatuor soles in cælo visi fuerunt ad varias inter se distantias, tamque similes, ut verus ægre distingui posset.

I. *Parelium a sola reflexione produci potest*; quum scilicet solis radii in pluviam nubem incidentes densam, ac nigram, apteque soli expositam ab illa ut a speculo, vel a stagno reflectuntur. Exempli causa (*Fig.* 6);

Oculo in B sito sol S videbitur in S per radium directum BRS; & in X per radium reflexum S T B. Imago solis in nube T est parelium.

II. Parelium passim a refractione producitur: tunc scilicet, quum nubes apte solis radios refringens illos ad oculum defert directione ab ea diversa, quam a sole venientes habent. Exempli gratia;

Sol S videbitur in S per radium directum R S, & in Z per radium refractum SVB.

Quum phænomenon in zonis frigidis frequentius, quam in temperatis contingat, & in torrida; plures physici, inter quos Neutonus, Hugenius, Muschembroekius, censent, vapores congelatos in nube soli, & observatori interjecta ejus formationem potissimum operari.

805. *Paraselene* est imago lunæ in nube picta.

(*) ETYMOLOGIA. *Parelium*; a παρα prope, & ηλιος, sol. *Paraselene*; a παρα, & σεληνη, luna. *Phænomenon prope solem, & prope lunam apparens.*

cta. Aliquando plures lunæ, ut & soles, in cælo videntur. Phænomenon eadem ratione, qua præcedens, productum, a reflexione, aut refractione radiorum lucis in apta nube ortum habet.

Halones solares, & lunares.

816. DESCRIPTIO. Sol, & luna sæpius coronis, seu halonibus circumdati apparent modo rubris, modo cæruleis, modo flavis, alioque colore. Phænomenon hoc oritur a vaporibus spectatori, & astro interjectis. Exempli gratia (*Fig*. 5.).

Sit ad altitudinem dimidiæ, aut unius leucæ supra terræ superficiem ingens tenuissimorum vaporum stratum A B, per quorum centrum transeat recta S C R a sole ad oculum ducta.

I. Radii S A, S B in circulare vaporum stratum ingressi refringuntur ad perpendicularem A C, & B C accedentes; & ab eo strato exeunt a perpendiculari *m p* recedentes. Horum radiorum colores conspicientur in *a*, & *t*, ubi coronæ, aut anuli speciem circa solem, aut lunam S efficient.

II. Si stratum vaporum A B ab oculo R radios omnes refractos, & in prismaticos colores divisos amoveant, rubro dempto: halo A B, vel *a b* rubeus apparebit: cæruleus apparebit, si radii cærulei sint illi tantum, qui post refractionem ad oculum feruntur.

III. Si nubes A B non jam peripheria, sed circulus esset, aut sphæra, quæ radios omnes solis, aut lunæ interciperet, exceptis flavis: discus solis, aut lunæ totus flavus appareret.

IV. Nubes rubræ, flavæ, cæruleæ colores hos prismaticos obtinent a lucis illas penetrantis refractione. Si radii magis refrangibiles, & refracti tantum ad oculum perveniunt, nubes erit violacea; si minus refrangibiles tantum adve-

veniunt ad oculum, dum ceteri apt fupra, aut infra, aut ad latera tranfeunt, nubes erit rubra. Eft hæc ipfa iridis theoria.

§. III.

METEORA IGNEA.

817. OBSERVATIO. SÆpius in athmofphæra materiæ apparent, quæ modo majori, modo minori vehementia fuccenduntur, & formas induunt admodum varias. Veteres phyfici magis nomenclaturæ intenti, quam phyficæ illis varia nomina indiderunt figuram magis, quam naturam fignificantia. Hinc nomina *trabis*, *fagittæ*, *dolii*, *globi ignei*, *capræ faltantis*, *ignis fatui*, *ftellarum cadentium*. Oriuntur meteora hæc ab exhalationibus fulphureis, nitrofis, oleofis, bitumineis, phofphoricis, aliifque huiufmodi, quæ a tribus telluris regnis eductæ ad varias athmofphæræ altitudines attolluntur, ibique coacervantur, commifcentur, fermentefcunt, accenduntur, diffipantur. Altitudinis, magnitudinis, figuræ, fplendoris diverfitas aut a diverfa materiæ inflammabilis qualitate, & quantitate oritur, quæ pro principiis, quibus conftat, plurimum natura, & maffa varia effe poteft; aut a diverfa athmofphæræ qualitate, & denfitate, quæ pro fua condenfatione, aut dilatatione, agitatione, aut quiete innumeras varietates parere poteft in materiis heterogeneis illi admixtis, & ad varias altitudines per inæqualiter denfa, & gravia fua ftrata diftributis.

I. Docet chemia, fubftantias effe, quæ fejunctæ pacificæ funt: fimul *commixtæ* fervent, & fuccenduntur. Quare fortuitus quorundam corporum fermentationi aptorum in athmofphæra concurfus eorum fuccenfionem parere nequeat?

II. Experientia docemur, corpora quædam sæpius *solo mutuo affrictu* incalescere, & succendi. Quare exhalationes inflammabiles fortuito succendi nequeant ex nubium conflictu, ex ventorum impulsu, a quibus ipsæ invicem collidantur?

III. A duplici hac causa exhalationum per athmosphæram diffusarum accensio evidenter oriri potést, quæ mirum in modum diversa apparere potest ex diversa exhalationum natura, positione, & quantitate.

Hinc *ignes fatui*, qui considerari possunt veluti exigua strata, aut series materiæ bituminеæ, aut phosphoricæ, quæ in seriem disposita successive accendatur aut commixtione, aut affrictu.

Hinc *globi ignei*, *trabes*, *sagitta ignea*, *stella cadentes*, aliaque innumera meteora ignea, quæ omnia exhalationes sunt in infima aeris regione succensæ, quæque variis formis apparent pro varia earum positione, densitate, extensione, inflammabilitate, modo placide fermentescentes, & ardentes in aereis stratis, per quæ dispersæ sunt, modo tamquam rivuli ignei per athmosphæram serpentes dum aliæ in alias in flammatione ruunt, aut invicem recedunt, & hac illac dissipantur. *Fulmen* quoque igneum meteoron est; at peculiarem explicationem postulat.

Fulgur, fulmen, tonitru.

818. OBSERVATIO. Meteororum omnium tremendissimum omnium quoque maxime ignotum est. Si vel minimorum naturæ phænomenorum cognitio diligentiam tantam, atque sagacitatem postulat; quomodo phænomenon æque terribile, & complicatum cognoscamus, quod ictu oculi oritur, excidia parit, & evanescit; quod quidquid attingit absumit, quidquid offendit evertit,

tit, neque aliud sui vestigium relinquit, nisi terrorem in animis, & ruinas in natura?

Fulgur dicitur lux illa vivida, & subita, quæ ex accensa, & discissa nube erumpit: *Fulmen* dicitur torrens ille materiæ accensæ, ille ignis rivus, qui firmissima ædificia diruit, qui durissima corpora in calcem vertit, aut liquat, qui viventia, quæ tangit, enecat, aut comburit: *tonitru* dicitur horrendus ille fragor ignitionis, atque explosionis materiæ hujus fulmineæ comes. Tria hæc phænomena ab una, eademque causa proficisci videntur; at quænam hæc causa est? de hac physica hactenus tantum conjecturas protulit: nos philosophorum systemata afferemus. Alterum recentius meteoron hoc repetit ab actione materiæ electricæ; alterum antiquius ab exhalationum a terra elatarum in athmosphæram accensione, & explosione.

819. SYSTEMA I. Quæ a sæculo de electricitate detecta sunt tantam inter materiam electricam, & fulmineam analogiam ostendunt, ut plerique physici per hos dies fulminis genesim, & effectus electricæ materiæ tribuant. Materia electrica ubique diffusa, sua in agendo velocitate, sua inflammabilitate, & ad alia corpora inflammanda activitate, corpora pervadendi, & in intimis atque extimis ferendi proprietate, his, inquam, omnibus causa phænomenorum fulminis esse ipsa videtur; & fulmen id in manibus naturæ esse, quod in nostris electricitas. Recens hoc systema nobis multo magis antiquo probandum videtur; illudque in theoria electricitatis fusius explicabimus (1098). Quum tamen vetus systema falsum non sit demonstratum, breviter illud exponemus.

820. SYSTEMA II. Juxta veteres fulmen (hoc nomine omnia meteori hujus phænomena, fulgur, fulmen ipsum, tonitu complectimur) gignitur a sulphureis, nitrosis, bitumineis exhalationibus, quæ exaltatæ, & in infima aeris re-

regione accumulatæ ibi fermentefcunt, & accenduntur: en *fulgur*; nubes violenta explofione difrumpunt: en *tonitru*; in globi, aut ignei torrentis formam mira velocitate ferpunt, aut ruunt: en *fulmen*. In hoc fyftemate,

I. Fulgura habentur fine fulmine, & tonitru: tunc fcilicet, quum materia fulminea difperfa, & parum in athmofphæra condenfata libere, nullaque refiftentia fuccenditur: pulveris pyrii femitæ fimilis, qui in aperto aere accendatur.

II. Fulmina dantur, & tonitrua fine fulgure; quum materia fulminea in nube fermentefcens, & condenfata violenta explofione inflammatur, & denfa nubes vetat fulguris lucem ad oculum pervenire.

III. Fulmen aliquando extimis corporis partes abfumit, intimis illæfis. Exempli gratia, crumenam comburit, auro, & argento in illa incluso intacto. Veftes adurit, quin hominem lædat. Hoc ideo contingit, inquiunt, quia exhalatio maxime rarefacta vim quidem habet ad corpora poris fcatentia, & parum refiftentia dividenda; at non item ad denfiora, magifque refiftentia corpora pervadenda, & dividenda.

IV. Fulmen, adhuc inquiunt, aliquando intimas corporum partes abfumit, extimis intactis; exempli gratia, intimam pomi pulpam exficcat, atque comburit, nullo læfionis indicio in cortice relicto: intimas hominis partes omnes in cinerem vertit, pelle, & veftibus intactis; enfem intacta vagina, nummos intacta crumena liquat. Hoc ideo contingit, inquiunt, quia exhalatio tenuiffima, & vehementiffima mira velocitate per extimarum partium poros magis copiofos tranfiens, magifque apertos tamdiu in iis non moratur, ut illas lædere poffit; contra vero intimæ partes denfiores, magifque compactæ majorem illi refiftentiam obiiciunt, diutius ejus actioni fubfunt, & totam ejus activitatem

in illis dividendis, dissolvendis, comburendis impendi sinunt.

V. Theoria pulveris fulminantis, & pulveris pyrii explicationem roborare nituntur, qui pulveres, inquiunt, fulmen imitantur. Horum notionem trademus, ut lector de analogia inter horum pulverum, & fulminis phænomena judicium ferre ipse possit.

Pulvis fulminans.

821. EXPERIMENTUM. Diligenter simul contere, & misce tres nitri puri dracmas, duas salis tartari, & duas florum sulphuris: pulverem hunc in cochleari ferreo carbonibus mediocriter accensis impone.

Quo gradu pulvis incalescit rubescere videtur, tum ad oras nigricare: liquescit: paululum fumat: videtur ejus superficies cæruleis flammis obtecta: illico horrendo fragore, quasi tormenti bellici, dissipatur.

EXPLICATIO. Tria hæc principia, nitrum, sal. tartari, flores sulphuris, simul commixta ad hos effectus edendos simul concurrunt.

I. Coloris mutationes, vapor, flammula cærulea præcipue a sulphure sunt, quod promptius liquatur, & nitro, & sale tartari citius ardet.

II. Sulphur ceteris prius fusum reliquorum principiorum fusionem juvat, & accelerat, quæ quum magis fixa, minusque volatilia sint magna ex parte illud dissipari vetant, cohibent, illique junguntur.

III. Materia ignea, quæ in hac mixtione successive accumulatur, quæque eo majorem vim expansivam nanciscitur, quo ejus actio diutius perseverat, & explosio diutius retardatur, ad eum tandem activitatis gradum adducitur, in quo illico tria simul principia hæc intime mixta, & conjuncta magno impetu succendit, & dissipat.

IV.

IV. Aer ambiens repente ab ingenti flammæ, & vaporis celerrimi volumine impulſus, & agitatus fragorem edit ictui, & tremori ſuis moleculis impreſſo proportionatum (753).

822. NOTA. Aurum, & ferrum æque *fulminantia* fiunt, quum aqua regia ſoluta, & valde ſaturo ſalis tartari, aut alius alkali volatilis lixivio præcipitata igni in ferreo cochleari, aut ſupra cultri laminam imponuntur. Adverte tamen, quum pulveris, aut auri fulminantis experimentum facis, ut aliquantum recedas, vapor enim accenſus, & materia conglomerata exiliens faciem, aut oculos lædere poſſet.

Pulvis pyrius.

823. EXPERIMENTUM. Sint nitri probe purgati partes 75, carbonis, ex levi ligno partes $15\frac{1}{2}$, ſuphuris perpurgati partes $9\frac{1}{2}$. Hæc omnia ſimul mixta in ligneo mortario piſtillo pariter ligneo duodecim continenter horis contundantur, identidem illa aqua humectando: fiet maſſa quædam, quæ per iſta cribra trajecta, & artificio quodam dum per cribra tranſit diviſa in grana conformatur, craſſiora illa quidem pro majoribus tormentis, minuta magis in venatorum uſum: eſt hic pulvis pyrius ſæculo decimo quarto inventus, ignoto auctore.

EXPLICATIO. Experimentis chemicis conſtat, nitrum, aut ſulphur principium eſſe phlogiſtico maxime abundans, ſive maximam phlogiſtico affinitatem habens, cui facile commiſcetur, atque conjungitur.

I. Duobus modis nitrum, ſeu potius eius acidum, quod præcipue pars ejus inflammabilis eſt, ſuccenditur: primus eſt, ſi illud corpori combuſtibili ardenti, & ab igne penetrato admoveas; puta carboni accenſo: alter eſt, ſi illud ipſum ad incandeſcentiam promoveas, & illi corpus com-

combustibile, puta, carbonem extinctum admoveas. Duo hi tantum modi innotescunt ad nitri *detonationem* obtinendam; quod phaenomenon tunc habetur, quum acidum nitrosum momento temporis accenditur, & decomponitur; hoc vero fit quum immediato contactu corporibus jungitur, quorum phlogisticum motu igneo cietur, seu quum ipsum igneo motu cietur.

II. In intima nitri sulphuri, & carboni mixtione partes nitri, & sulphuris mirum in modum divisae, & attenuatae eum obtinent immediatum contactum, eamque intimam conjunctionem, qua major illis comparari nequeat. Sulphuris phlogisticum in mortariis ex pistillorum vi nitro intime conjungitur; hoc vero phlogisticum, quum massa divisa est, & exsiccata statum obtinet ignitioni vel aptissimum.

III. Si vel minima scintilla in hunc pulverem cadat, inflammabilis pars sulphuris illico ignescit: acidum nitrosum ita dispositum est, ut supra secundo loco explicavimus, nempe ad ignitionem dispositum, & corpori combustibili, carboni nempe conjunctum.

IV. Humani ingenii vires theoriam phaenomeni detonationis ulterius extendere vix poterunt. Conjicere tantum possumus, miram aeris dilatationem in pulveris granis contenti, vaporem ex trium corporum mixtione productum simul cum materia ignea illam immensam vim pulveri accenso impertiri, quae subitam suam explosionem efficit: neque certior ulla miri hujus phaenomeni ratio reddi potest.

824. APPLICATIO. Qui fulminis phaenomena ex sola athmosphaericarum exhalationum succensione explicant, pulveris fulminantis, & pyrii mechanicam, & artificium in nubes transferunt. In hac hypothesi,

I. Si exhalationes sulphuris, nitri, salis tartari, aliaeque hujusmodi in nubibus commisceantur, & fermentescant; ibi succensae effectus illis

illis similes parere debent, quos a pulvere fulminante, & pyrio edi videmus. Hinc fulgur, fulmen, tonitru.

II. Si exhalationes tantum sulphureæ maxime volatiles, & inflammabiles in nubibus accendantur, quin aliis magis fixis, & aptis aliquandiu ignitionem, & explosionem retardare admixtæ sint; fulgur tantum apparebit, sive ignitio sine materiæ fulminantis excursione, sæpius etiam sine fragore, & tonitru.

III. Quum exhalatio fulminea subito succensa e nube scissa illico, & unica via erumpit, unicum tonitru habetur, quod tamen pluries iterari potest a nubium, aut montium reflexione, a quibus veluti totidem echo exhibentur: Quum exhalatio fulminea successive in disjectis nubibus sibi plures vias aperit, totidem tonitrua efficit, quot in nube scissuras.

IV. Eadem ipsa nubes fulgur, fulmen, & tonitru sæpius parit: varias enim materiæ inflammabilis congeries continet, quæ seorsim singulæ fermentescunt, & quæ successive, & seorsim ad explosionem deveniunt.

V. Si exhalatio fulminea, seu materiæ inflammabilis semita a terra ad nubes pergat, & in superiori parte ignescere incipiat, fulmen videbitur a nube in terram serpendo ruere. Contra vero si materia hæc inferius primum ignescat, fulmen a terra ad nubes ascendere videbitur: ita illud in Italia attolli Maffa, & Leonius viderunt.

VI. Aliquando cælo omnino sudo fulgura apparent, & tonitru exauditur: quum scilicet exigua habetur vaporum, magna vero in athmosphæra prope terram exhalationum inflammabilium copia. Exhalationes hæ, inquiunt qui hanc hypothesim tuentur, quam nos explicamus, at non admittimus, in athmosphæra fermentescere, & succendi possunt, & ea omnia efficere, quæ in nube vaporibus præcipue formata fieri videmus.

Aurora borealis.

825. DESCRIPTIO. *Aurora borealis* eſt nubis ſpecies quædam diaphanæ, & lucidæ, quæ aliquando ad borealem cæli regionem apparet, ubi in noctis tenebris lucem exhibet vividam magis, magiſque variam, atque elegantem, quam quæ a matutina aurora, a qua nomen mutuata eſt, diffundatur. Putares aliquando, magno incendio regiones omnes corripi inter circulum polarem, & polum arcticum ſitas, & incendii fumum, & flammas ad magnam in athmoſphæra altitudinem elatas totam borealem plagam illuſtrare. (*fig.* 3)

Non ſemper eadem ſpecie aurora borealis apparet, neque idem ſemper ſpatium occupat. Ut plurimum ſegmenti circuli formam induit, in quo miræ varietates ſpectantur, quum modo in arcus concentricos verſicolores diviſa ſit, modo tæniis lucidis verticalibus, & parallelis diſtincta, modo in igneos vortices magis, minuſque vividos excandeſcens, modo undoſos atri fumi torrentes emittens; aliquando cælum inter, & terras ſuſpenſa, ſæpius vero arcus ſui MN extremitatibus telluri, veluti baſi, inſiſtens: hodie uno in loco immobilis, cras ab ortu in occaſum, aut ab occaſu in ortum vaga, & errabunda; modo eoſdem colores perſeveranter exhibens, modo illos mutans, languidos in vividos, purpureum in cæruleum, viridem in croceum; cetera.

Phænomenon hoc MDNC non eſt momentaneum: aliquando pluribus noctibus, imo & pluribus menſibus apparet. Nubes lucida aliquando ad horizontem per 80, aut 100 gradus extenditur ab occaſu in ortum; in athmoſphæra vero DC ad zenith attollitur gradus 30, aut 40, paſſim minus, raro magis.

Ab anno 1716 dumtaxat auroræ boreales veteri-

teribus physicis ferme ignotæ diligentius observari cœperunt. Longa observationum simul comparatarum series aliquando fortasse miri hujus phænomeni naturam deteget, cujus adhuc causa, & origo latet. Varia de illo excogitata systemata proponemus; at prius suæ in athmosphæra altitudinis notionem tradere opportunum est. (*fig.* 3)

829. NOTA. Eadem aurora borealis CD in Norvegia, aut Laponia orta simul, & eodem temporis instante a duobus observari potest, altero A Parisiis, altero B Romæ: horum alter verticem C in cæli puncto *a* videt, alter eundem verticem C in alio cæli puncto *b*: angulus parallacticus *a* C *b* æqualis est sibi ad verticem opposito ACB. Innotescet ergo totum hoc triangulum ACB nota basi AB, & tribus ejus angulis aut dimensis methodo geometrica, aut supputatis. Exempli causa;

I. Dimenso arcu inter Parisiorum zenith A, & Romæ B intercepto, terrestris arcus ADB Parisios inter, & Romam interceptus innotescet (1366). Noto arcu terrestri ADB innotescet ejus chorda AB, quæ est duplus sinus hujus arcus dimidii (*Math.* 639). Nota chorda AB innotescet angulus, quem efficit cum tangente ad punctum A arcus ADB: hic enim angulus DAB a chorda AB, & a tangente ad punctum A effectus est angulus segmenti, cujus mensura est dimidius arcus notus ADB (*Math.* 376). Jam vero si graphometrum, aut quadrans (*Math.* 420) ita dirigatur, ut dioptra una in C collimet, altera lineæ AB parallela angulum efficiat cum tangente æqualem angulo invento segmenti in A; innotescet in instrumento valor anguli CAB. Quare in triangulo ACB innotescent anguli C, & A, & basis AB: adeoque & latera AC, BC quæ nubis lucidæ distantiam exhibent. (*Math.* 702)

II. Auroræ borealis CD altitudinem quoque supra

ſupra horizontem ita invenies. Noto latere C A modo invento, metire angulum C A D ſupra lineam horizontalem, tum perpendicularem a puncto C in horizontalem indefinite productam mente demitte. Novum triangulum habebis rectangulum, cujus notus erit angulus rectus, angulus A, & latus A C, quod pro baſi ſumes. Hinc invenies latus C D, quod eſt nubis lucidæ ſupra horizontem altitudo.

Animadverte tamen, punctum infimum nubis lucidæ, quod nos in ipſo puncti A horizonte ſitum ſupponemus multo altius eſſe regione illa, in qua aurora borealis elucet. Per tangentium, & ſecantium theoriam (*Math.* 534, 734) quantum punctum D procul in Pariſino, aut Romano horizonte ſitum ſupra terræ ad ſenſum ſphæricæ ſuperficiem elatum ſit inveniri poterit.

III. A puncto quoque A, vel B nubis lucidæ C D diſtantia, & altitudo obtineri proxime poterit ea ratione, qua nubis cujuſque diſtantiam, & altitudinem metimur (*Math.* 425); animadvertentes; infimum nubis lucidæ punctum D, quod a puncto A, vel B in horizonte viſum ſupponemus, valde jam ſupra terreſtrem ſuperficiem elevatum eſſe remotiſſimæ illius regionis, cui imminet aurora borealis.

IV. Hiſce methodis auroræ boreales nonnullæ ad maximam in athmoſphæra altitudinem attolli deprehenſæ ſunt, qua meteororum omnium altitudinem longe ſuperant. Non tamen altitudinem hanc C D accurate definire facile poteris: fieri enim poteſt, ut obſervator Pariſinus A, & Romanus B inſtrumenta aſtronomica in verticem C arcus, quem in nube lucida obſervant dirigentes, duos diverſos arcus eundem eſſe putent.

In immenſa nube arcus C Pariſiis obſervatus omnino & diſtantia, & altitudine ab obſervato Romæ diverſus eſſe poteſt: ſicuti in iride (*fig.* 4) arcus X, qui a puncto O hexapedas

200

200 a nube pluvia distante conspicitur, non idem est, qui a puncto F hexapedas 100 ab eadem nube distante consperetur.

Atque hinc fortasse orta illa est altitudinum varietas, quam physici auroris borealibus tribuerunt. Vult Mairanus summum meteori hujus verticem C aliquando quadringentas, aut quingentas leucas supra tellurem elevatum esse. Observationes aliæ altitudinem hanc plurimum minuunt. Consentiunt omnes tamen, auroram borealem DCMN supra nubes, & meteora cetera veluti immensum attolli; ipsamque aliquando ad duodecim saltem, aut quindecim leucas supra tellurem elevatam esse: postrema hæc assertio nobis priore magis veritati consentanea videtur.

827. SYSTEMA I. Censuerunt physici nonnulli, auroram borealem ab exhalationibus nitrosis, bituminosis, sulphureis effici, non secus ac fulmen, & reliqua meteora ignea.

CONFUTATIO. Duabus præcipuis rationibus sententia hæc rejicienda est, quibus hypothesis hæc evertitur. Eas tantum indicabimus.

I. Si aurora borealis ab exhalationibus oriretur iis similibus, quæ meteora ignea efficiunt; patet, phænomenon hoc æque saltem in australibus apparere debere: plures enim ab australibus regionibus, quam a borealibus hujusmodi exhalationes exaltantur. At observatione constat, phænomenon ad austrum non apparere, ad boream frequens esse, varia a polo arctico in ortum, aut in occasum declinatione.

II. Si ab hisce exhalationibus aurora borealis fieret, uti cetera meteora ignea, præ ceteris meteoris in athmosphæra altitudinem assequi non deberet. At observatione constat, ignea meteora fere nunquam ad leucam, raro ad dimidiam supra tellurem attolli; auroram borealem vero ad decem, duodecim, aut quindecim leucas elevari.

Au-

Aurora borealis effectus, & signa exhibet ab igneorum meteororum effectibus, & signis longè diversa: ergo auroræ borealis causa, & natura diversa est.

828. SYSTEMA II. Physici alii temere protulerunt, auroræ borealis originem esse meteororum lucidorum, ut iridis, & halonum, origini consimilem, a solarium radiorum scilicet reflexione, & refractione in nivibus, & in gelidis borealibus nubibus oriri.

CONFUTATIO. Sententia hæc omnino labilis ne confutatione quidem digna est.

I. Fumi, & flammarum vortices, qui sæpius in aurora boreali conspiciuntur, satis indicant, in meteori hujus materia intimam inflammationem esse: perperam igitur inter meteora tantum lucida, a quibus inflammatio abest, recensetur.

II. Aurora borealis aliquando ferventissima æstate ad boream apparet, quum scilicet in borealibus regionibus nullæ jam ferme nives sunt, aut nubes gelidæ nullæ plures, quam in australibus sint.

III. Meteora lucida nunquam ultra unam, aut alteram leucam attolluntur, raro quoque ad dimidiam, aut ad quartam a terra leucæ partem (790): nequeunt igitur ad magnam distantiam in athmosphæra conspici; tunc enim aut ex distantia evanescunt, aut sub horizonte latent. Contra vero aurora borealis ad maximam supra terram elevationem assurgit; & aliquando ad magnam in athmosphæra altitudinem apparet etiam distantibus leucas ducentas, aut trecentas. Non ergo ejusdem cum meteoris lucidis naturæ est.

829. SYSTEMA III. Nobiliorem celebris Mairanus auroræ boreali originem assignat. Soli auctor hic athmosphæram suam tribuit, ut tellus habet. Solaris hæc athmosphæra in conos divisa est, quorum basis soli insistit, vertex circa hoc astrum ad tercenties centena leucarum millia

lia protenditur. Tellus per eclipticam procedens identidem in aliquem ex hisce conis circa solem diffusis incurrit; & vi sua attractiva modo majorem, modo minorem ejus portionem abripit. Partes hæ solaris athmosphæræ terrestri athmosphæræ commiscentur, in qua ad altitudinem eo majorem sustinentur juxta hydrostaticæ leges, quo leviores sunt. Ibi fermentescunt, variis ignibus collucent, donec aeri omnino commixtæ primigeniam naturam exuerint.

CONFUTATIO. Systema hoc ingeniosum magis, quam solidum corruere nobis videtur.

I. Athmosphæra hæc solaris in conos divisa, & ad tantam distantiam extensa nonne contra omnes physicæ leges gratis excogitari videtur? Qua solida ratione existere probatur? Quare, quibusque ignotis legibus in conos solitarios divisa est; non vero in strata concentrica circa solem diffusa, ut circa tellurem terrestris athmosphæra?

II. Data quoque hac athmosphæra solari ad immensam distantiam diffusa, & in strata concentrica, vel in conos circa solem radiantes distributa, quarenam ejus portiones ab occurrente tellure abreptæ regionibus tantum septemtrionalibus addictæ sint? quare, quibusque legibus nec polus antarcticus, nec æquator aut nunquam in conos hos incurrere debent, aut ejus partem, quam abripiunt, non retinere?

III. Ratio præcipua, cui hypothesis hæc insistit, est maxima, quam in terrestri athmosphæra aurora borealis obtinere videtur, altitudo; hanc Mairanus ad quadringentas aut quingentas leucas evehit, quam nulla terrestris exhalatio assequi potest: alia igitur boreali huic luci, quam ex vaporibus, & exhalationibus, origo tribuenda fuit. Verum immensa hæc quadringentarum, aut quingentarum leucarum altitudo, qua totum systema innititur, quod impugnamus, incertissima est; imo neque certum est, hoc meteorum

in maxima elevatione ultra duodecim, aut quindecim leucas supra tellurem attolli, ut jam observavimus (826). Adeo singularis hypothesis tam incerto fundamento suffulta potest ne facile admitti?

830. NOTA. In quadam Groenlandiæ descriptione legimus, tota hyeme nocte advenienre lucem attolli valde illi similem, quæ lucet in plenilunio: hanc singulis noctibus apparere, terram circumire, tota nocte splendere, & sole oriente evanescere.

Putat Mairanus, densum aerem, nivem, glaciem, qua polares regiones obsitæ sunt, aptissima esse corpora lucem reflectere, & claritatem illam parere, quam incolæ *lucem borealem* vocant, quæque cum aurora boreali nihil habet commune. Prima phænomenon est periodicum, & quotidianum; altera phænomenon est incertum, & rarum admodum; illa inflammatione caret, hæc ab intimis effervescentiis oritur, & miris phænomenis decoratur; illa gelu, & nivibus terram obsidentibus tantum apparet; hæc hyeme quidem frequentius, magisque splendida apparet; at etiam nitidis æstivis diebus conspicitur, quum perpetuus sol a borealibus plagis nivem, & glaciem depulit.

831. SYSTEMA IV. Physici alii cum docto, ac profundo Muschembroekio censent, auroram borealem a quadam exhalationum specie exoriri a terris arcticis erumpentium natura *phosphoro* valde similium, in quo lux, & ignis est, multo minori tamen copia ignis, quam lux. In hoc systemate, quod nobis veritati magis consonum videtur, satis apte præcipui hujus phænomeni effectus, & proprietates explicantur. Exempli causa,

I. Auroram borealem explosio, & detonatio, uti fulmen, non comitatur; materia enim, qua constat, minus fervet, minusque ignea est.

II. Aurora borealis passim non nisi in borealibus

libus plagis apparet; cæteræ quippe regiones tanta, uti arcticæ, phosphoricæ materiæ copia non redundant, quanta ad phænomenon hoc efficiendum est necessaria. Neque vero hoc mirum magis videri debet, quam sit aliqua in regione ferri, aut cupri fodinas videre, quæ in alia non inveniantur. Orbis nostri proprietates, & emanationes non ubique eædem sunt.

Non omnis fert omnia tellus.

III. Aurora borealis neque phænomenon periodicum est, nec valde frequens, saltem magna luce splendescens; materia siquidem apta illud edere terræ visceribus inclusa, fortuitas causas postulat, puta, quædam subterranea incendia, terremotus quosdam, ut phosphoricæ hæ eruptiones habeantur.

IV. Aurora borealis præ ceteris igneis, aut lucidis meteoris ad multo magnam altitudinem attollitur: materia enim, qua constat multo tenuior, multoque magis volatilis, ac levis ad altitudinem multo maximam in athmosphæra evehi potest, cujus strata quo magis a terra recedunt, eo rariora sunt. Ex accuratissimis observationibus athmosphæra terrestris ultra 15, aut 16 leucas supra tellurem non attollitur (743): nequit ergo materia, qua aurora borealis constat, quæcumque ejus natura sit, ad majorem altitudinem attolli, aut sustineri, & si quando altior videtur, probabile est, ita apparere ex quibusdam refractionibus, & opticis illusionibus, quæ aliquando fortasse dignoscentur.

V. Aurora borealis ignis, flammæ, fumi vortices ostentat: materia scilicet, qua formatur, fermentescit, & fermentatione, atque affrictu vario impetu conflagrat; uti ferme in naturalibus, & artificialibus phosphoris fieri videmus; quos hic noscere e re nostra est.

Phos-

Phosphori naturales, & artificiales.

831. DESCRIPTIO I. *Phosphorus* in genere substantia est lucem in tenebris apta aut producere, aut emittere ex intima fermentatione, quæ sensibilem calorem non parit. Vermes lucidi, ligna quædam putrida, oculi felium luce perspicua in densis tenebris coruscant: adamantes soli expositi, tum illico in obscurissimum locum translati diuturno tempore collucent: lapis Bononiensis, & spatha quædam in calcem redacta perpulcram lucem in tenebris emittunt.

Materiæ phosphoricæ natura parum hactenus innotuit: luci magis, quam igni affinis videtur. Ex intima fermentatione collucet, qua partes igneæ, & lucidæ lente, & paulatim dissipantur: quæ tamen sæpius corpus, a quo emanat, seu quod afficit, ad sensum calefacere non valet, etsi tenuissimas oculi fibras satis percellere possit.

832. DESCRIPTIO II. *Phosphorus Anglicus* (qui quoque ab inventore *phosphorus Kunkelii* nuncupatur) est *caput mortuum* a pluribus chemicis distillationibus relictum, a quatuor scilicet minii partibus, a duabus salis ammoniaci in pulverem redacti, & a novem, aut decem extractis ex urina ad mellis densitatem adducta.

In egregio lexico chemico methodus legi potest, qua phosphorus iste perficitur, & præparatur. Hic in tenues cylindros conformatur, & mira exhibet experimenta, quæ rei ignaris magica portenta videri possent. Exempli causa, phosphoro hoc in pariete scribitur: & illico literis igneis scriptura apparet. Phosphoro hoc oleo alicui commixto facies, aut aliud objectum quodvis illinitur; & statim objecta hæc in tenebris luce radiantia apparent, præsertim si aer aliquantum calefiat, aut si affrictu calor suscipleatur. Lampas extinguitur, & iterum illip-

accenditur, si phosphori hujus frustulum ellychnio adhuc calenti admoveatur.

833. DESCRIPTIO III. *Phosphorus Bononiensis* lapis est, qui in calcem apta methodo redactus proprietatem obtinet lucem in tenebris emittendi carboni ardenti similem. Lapis hic, qui in monte prope Bononiam in Italia reperitur species est spathi selenitici, & fusilis: in crucibulo excoquitur ad incadescentiam, tum conteritur donec in pulverem abeat, qui in massam gummi draganti componitur; tum in fornace iterum excoctus verus phosphorus fit eosdem ferme effectus pariens, quos qui supra descriptus fuit.

§. IV.

METEORA AEREA, SEU VENTI.

834. DEFINITIO. V*enti* sunt aer impulsus, & loco motus continuo tractu ab una in aliam partem transiens. Sunt hi torrentes veluti, & excursus tenuis illius, & diaphani oceani, qui athmosphæræ nomine terras, & maria circum ambit, quique diverso motu, ac vario volumine ab una ad aliam regionem fertur.

Duo hoc paragrapho pertractabimus: ventorum historiam, & causam, tum ut res postulabit, antliam igne agentem explicabimus.

CAPUT PRIMUM.

VENTORUM HISTORIA NATURALIS.

835. OBSERVATIO. QUamvis permultæ in ventis sint varietates; ad quasdam tamen generi-

ticas classes adduci possunt, & dividi in ventos *permanentes*, in *periodicos*, in *topicos*, in *liberos*, in *subterraneos*: Quidquid in historia naturali ventorum alicujus momenti est ad quinque has classes referemus.

836. DIVISIO I. *Venti permanentes* dicuntur, qui quovis anni tempore perflant, nec cessant, nisi quum oppositus, & violentior eorum cursum casu vetat.

Omnium ætatum observatione constat, ventos dari constantes, & permanentes: inter tropicos regnant, ubi nautæ ventum semper inveniunt ab ortu in occasum flantem, aliqua tamen declinatione; quique, etsi levis, eos prohibet eadem via in ortum pergere, qua occasum versus navigarunt. Venti hi in plagis ab utroque tropico hinc inde remotis non flant. Venti hi tunc tantum cessant, quum contrarius ventus casu insurgit: hoc quiescente, iterum venti permanentis flatus exoritur.

837. DIVISIO II. *Venti periodici* dicuntur, qui ordinate statis temporibus perflant, ut vere, & autumno, vel in solstitiis.

Etsi ventus inconstantiæ symbolum sit, omnium ætatum observatione constat, haberi ventos periodicos. Inter hos sunt *etesiæ*, seu *venti annui* (*): ad finem Julii flare incipiunt, nisi violentior ventus obstet, & quadraginta ferme diebus perflant. Duabus, aut tribus horis ab ortu solis exurgunt: adveniente nocte cadunt, Non

(*) ETYMOLOGIÆ. Etesiæ, ἐτησιαί, venti annui. *Venti topici*, a τόπος, locus. *Venti cardinales*, qui a quatuor mundi quasi cardinibus spirant. *Nomen hoc procul dubio obtinuerunt, quum tellus cardinibus insistere credebatur, qui cui insisterent ipsi nescio, ne ad nadir laberetur.*

Non eadem ubique est eorum directio. In Hispania abortu in occasum spirant, alicubi ab Austro in Boream varia declinatione. Raro venti hi vehementes sunt; neque procellas excitant, nisi si venti liberi illos juvent, & augeant.

838. DIVISIO III. *Venti topici* dicuntur, qui quasdam peculiares tantum regiones converrunt: qui in unica regione spirant, ubi causa est, a qua procedunt.

Pleræque regiones sunt, quæ vento alicui sibi peculiari obnoxiæ sunt; nec tamen ceteris generalibus, constantibus, periodicis, liberis sunt immunes.

839. DIVISIO IV. *Venti liberi* dicuntur, qui neque ulli anni tempori, neque regioni ulli alligati sunt, sed libere quovis tempore, & ubique spirant modo pluribus diebus, modo paucioribus: postea cessant. Inter ventos liberos recensetur Boreas, Auster, Solanus, & Favonius, qui *Venti cardinales* nuncupantur, quod a præcipuis terræ punctis spirent. Ventos hos quatuor nautæ pro varia eorum declinatione ulterius dividunt; prima horum divisio est hujusmodi: Vulturnus, Caurus, Notus, Libonotus.

840. DIVISIO V. *Venti subterranei* dicuntur, qui infra terras oriuntur, & a quibusdam antris, seu cavernis erumpunt.

Ventos hos dari certum est: pluribus quippe in locis antra, & cavernæ sunt magnitudine diversæ, ex quarum faucibus ventus spirat modo magis, modo minus diuturnus, ac violentus. Alicubi maria in malacia ipsa identidem intumescunt, ac vehementer agitantur a ventis subterraneis, qui per aquas sibi viam aperiunt, ac procellis præludere videntur, quæ passim subsequuntur.

841. NOTA. Peculiaris ventorum historia pro regione quavis infinita esset; nec nisi paucis grata, aut utilis esset; ab ea proinde persequenda supersedebimus.

Ne-

Nemo nescit quot vastationes venti furor parere possit: oppida eversa, sylvæ antiquissimæ radicius avulsæ, maria horrendis procellis agitata aeris ita decurrentis effectus sunt, qui dum ab una in aliam plagam fertur massam, & velocitatem augens immensas vires acquirit. Observavit Mariottus, ventos aptos proceras arbores eradicare moveri velocitate, qua uno minuto secundo percurrunt pedes triginta duos. Derhanus turbinem observavit, qui pistrinum everrit ex iis, quorum molæ vento vertuntur: ventus hic quovis secundo pedes percurrebat sexaginta sex.

Venti sicci sunt, aut humidi, frigidi, aut calidi pro diversis athmosphæræ ab una in aliam plagam ruentis affectionibus.

Priusquam ventorum causam investigemus machinam explicabimus, cujus theoria plura de aeris natura, de meteoris aqueis, & aereis, de terremotibus, de physica ferme universa docere potest.

CAPUT II.

ANTLIÆ IGNE MOTÆ ARTIFICIUM.

842. DESCRIPTIO Antlia *igne mota* postremis hisce temporibus in Anglia inventa, machina est, quæ movetur ab aquæ in cacabo cum antlia communicante ebullientis vapore. Magni usus est in Anglia, & alibi sive ad aquam a fodinis 100, aut 150 hexapedas profundis hauriendam, sive ad eam e profunda valle ad oppidi, aut prædii solum elatius attollendam. Dum antliæ hujus machinamentum describimus, antlias adspirantes alibi a nobis descriptas notas esse supponemus. (*fig.* 8)

I. Sit A B capacitas cylindrica latæ, & soli-

dæ antliæ cupreæ. D ingens embolus cupreus diametro pollicum 20, aut 30, nulla valvula, nulloque foramine. H ingens vas, seu cacabus æreus solidissimus hermetice ubique clausus, præter quam in B ubi exiguum foramen est verticale, & cylindricum, quo vas H antliæ AB communicet ea ferme ratione, qua antlia pneumatica recipienti communicat. Verticale hoc spiraculum B V horizontale epistomium æreum habeat B K ita in medio pertusum, ut conversum communicationem dare, aut intercipere possit, ut lubet, antliæ A B cum cacabo H fornaci imposito.

Sit quoque vectis solidissimus L N M in hypomochlio N mobilis, supra quod alternatim utrinque elevari, & deprimi possit; P R antlia adspirans communis (714), cujus embolus G ad 100, aut 200 hexapedas in fodinam demissus aquam attollet Z in R, dein ab R in P.

II. Antliæ igne motæ embolus sit in B, spiraculo communicante B V ope epistomii K B optime clauso. Cacabus H aqua plenus ad altitudinem H, & valido igni impositus sit. Aqua igne incalescens exiguam sui partem in vaporem mutat, qui supra liquidam reliquam jacebit. Vapor hic, qui e cacabo erumpere nequit, immensa vi quaquaversum expansiva pollet, quæ columnæ aereæ in emboli D superficiem gravitantis vim longe superat. Quare quum verso epistomio K B cacabus antliæ communicabit, vapor in cacabo condensatus magno impetu in antliam B A irruet, & embolum a B in A attollet, ubi ab obstaculo insuperabili altius attolli prohibebitur.

Dum embolus D a B in A attollitur, embolus R antliæ adspirantis non amplius ab opposito pondere D sustentatus, proprio pondere in antlia adspirante ab R in Z descendit.

III. Dum embolus D vi vaporis impulsus transit a B in A, ante se columnam aeream, quam

su-

fustinet, propellit: spatium DB aere vacuum remanet, & aqueo vapore plenum, cujus vis expansiva sustinet in D & emboli pondus, & ingens aliud totius aereæ columnæ pondus in embolum gravitantis. Itaque vapor spatium occupat 14000 vicibus majus, quam in statu liquoris (731); si ergo vapor spatium DB occupans illico ad statum liquoris transiret, spatium DB vacuum remaneret dempta parte quaterdecies millesima, quæ a vapore in aquam converso occuparetur.

Claudatur communicatio BV, & ope alterius tubi epistomio instructi CE illico in cavitatem CE immittatur exigua frigidæ, & in minimas partes emicantis copia. Frigida hæc in cavitatem DB ita conjecta frigus suum toti vapori DB communicare valet, illumque statim in aquam convertere. Quare tunc in antlia igne mota vacuum fit ferme toti spatio DB æquale.

IV. Quum spatium DB vacuum fit, nihil jam lapsui emboli D resistit: hic & proprio, & athmosphæræ pondere sollicitatus celeriter a D in B descendit, & embolum oppositum R attollit ex Z in R. Embolus hic R ita a Z in R ascendens aqueam columnam sibi impositam ante se propellit.

V. Embolo antliæ igne motæ dilapso ex D in B quid continget? Si iterum aperiatur, ut antea, communicatio BV verso epistomio KB, aquæ vapor embolum urgens illum a B in A attollet, & eo ipso tempore embolus R proprio pondere ex R in Z descendet.

VI. Embolus D a vaporis vi expansiva in D elevatus, & detentus iterum a D in B descendet quum, clausa communicatione, tubus CE exiguam aquæ emicantis copiam in antliæ cavitatem DB projiciet: hoc vero ipso tempore embolus R iterum a Z in R ascendet, & totam aquam sibi impositam attollet, modo aquæ hujus resistentia minor sit pressione columnæ

aereæ alterius antliæ embolo incumbentis. Hoc machinamento embolus D successive a B in D, & a D in B transiens aquam a Z in P attollit.

Tubi N munus est antliæ DB fundum identidem vacuare, & aquam emittere, quæ in antlia igne mota residet sive per tubum CE ingressa, sive ex vaporibus condensatis. Tubi horizontalis HX munus est novam aquam cacabo H sufficere, quum aqua in ipso ebulliens paulatim in vapores abeat. Tubus hic horizontaliter situs est ferme ad mediam cacabi altitudinem; ut certo sciamus, illum nimis non impleri, & ut aqua refluere possit quum quantitas opportuna jam infusa fuit.

843. NOTÆ. Machinæ hujus descriptio plures magni momenti observationes faciendi opportunitatem nobis præbet (*Fig.* 8).

I. Alibi jam ostendimus, aquam in vapores versam immensum dilatari (731); ut 1 scilicet ad 14000. Maxima hæc aquæ dilatatio in hac machina profecto apparet; postquam enim cacabi H vapor centies, aut ducenties antliæ cavitatem DB implevit, vix cacabi aqua sensili quantitate imminuta est. Hoc facile innotescit ab exigua aquæ copia cacabo infundenda per tubum XH, ut aqua pristinæ suæ libellæ HX restituatur.

II. Caloris gradus, quo aqua ebullit, & illi in vapores versæ dilatationem impertitur 14000 vicibus majorem, aerem non nisi tertia parte dilatat (727). Aer ferme octingenties aqua pluvia, & fluviatili rarior in calore aquæ ebullientis fit 1200 vicibus rarior aqua frigida in suo liquoris statu. Ast aqua in vapores versa est ferme vicibus 14000 rarior aqua in statu liquido; ergo aer etsi cum aquæ vapore dilatatus, est vaporibus multo densior, & gravior: vapores vero juxta leges hydrostaticas (652) superiora tenere, & ad varias in athmosphæra altitu-

titudines attolli debent. Hinc magna ex parte vaporum in athmosphæram ascensus.

III. Minima frigidæ in vapores instillatio in antlia DB satis est, ut illico vapores hi in guttas liquidas convertantur, & ut momento temporis immensam dilatationem amittant, & spatium DB, quod occupabant, vacuum relinquant. Facile ex hoc experimento intelligas qua ratione fiat, ut ingens nubes ferme tota aqueis vaporibus constans repentino frigore correpta in guttas pluvias convertatur, & ingens vacuum proximo aeri occupandum relinquat, qui undequaque ad hoc advolat. Hinc pluvia, & aeris agitatio, seu ventus in athmosphæra.

IV. Cacabus H solidissimus sit oportet, ut vaporis inclusi vi expansivæ resistat. Experimenta in Anglia peracta ostenderunt, vim hanc vaporum aptam esse ærea tormenta bellica diffringere, quæ maximis pulveris pyrii viribus restiterant: quanta sit hæc vaporum vis experimenta ista profecto ostendunt.

V. Ut vis, quam in embolum vapor exercet, æstimetur, gravitas columnæ aereæ embolo incumbentis æstimanda est: hæc, cui nullus aer in spatio DB obsistit, semper emboli basi est proportionalis. Ponamus ergo, basim hanc esse pedi quadrato æqualem: columnam aeream sustinebit pondere æqualem columnæ aqueæ basi unius pedis quadrati, & altitudine pedum 32 (703), seu cubicis aquæ pedibus 32 pondere æqualem; libris nempe ferme 2240 (737). Agit ergo vapor embolum a B in D attollens vi, quæ celeriter pondus attollit librarum 2240, addito ipsius emboli pondere.

Quum facile circuli ad quadratum ratio inveniatur (*Math.* 483), actio vaporis in embolum cujusque diametri satis innotescet: hinc innotescet quoque resistentia, quam embolus D vincere potest in opposita columna RP, quum embolus D ad descensum a proprio, & ab athmos-

mosphære pondere sollicitatus a vapore non amplius sustinetur. Præciso affrictu embolus D, cujus basis pedem quadratum æquet, resistentiam in R P ferme quintalibus (ut vocant) 22 æqualem vincere, & attollere potest. Si emboli D basis sit duobus pedibus quadratis æqualis, resistentiam vincet quintalium 44; atque ita porro.

VI. Non eadem semper vi pollet vapor cacabo H inclusus: hæc quippe varia esse potest. Detectum est, calorem aptum aquæ ebullitionem efficere vaporem parere, qui possit cum columna aerea in embolum D gravitante æquilibrium facere: si vero calor augeatur aucto igne, augeri quoque vaporis vim, & fieri posse octies, & decies majorem.

VII. Facile quoque intelligimus, epistomium BK ita construi posse, ut elasterii ope claudatur, & emboli D lapsu aperiatur, qui illico vaporis impetu attolletur. Æque motus in tubo CE, imo antlia tota simplicior reddi poterit: nos hic ejus tantum physicum machinamentum attendimus. Embolus D facile duorum, aut trium pedum diametrum habere potest: tunc vero qua vi non aget ex aereæ superincumbentis columnæ pressione? Nonne duabus aut tribus ex his antliis aqua omnibus Lutetiæ regionibus sine immensis sumptibus suffici posset; uti Londini factum fuerat priusquam machinæ hydraulicæ construerentur, quæ modo Tamesis aquas ad singulas illius urbis regiones distribuunt?

Docet Desagullerius, in hac antlia embolum D sexdecies uno minuto ascendere posse, & descendere: homines duos machinæ dirigendæ sufficere; & decies centena librarum millia satis futura fuisse ad eandem aquæ copiam continenter Versaliæ ministrandam, quam identidem a celebri machina Malliacensi obtinet, in qua construenda octingenties centena millia impen-

pen-

penſa fuerunt, & in qua reſtauranda quotannis maximi ſumptus faciendi ſunt.

Cauſa terramotus.

844. APPLICATIO. Aliquando tellus ita concutitur, ut in ejus viſceribus ruinæ ſuæ cauſa latere videatur (500). Quot urbes everſæ, quot omni ætate vaſtatæ regiones ab intimis fermentationibus, a quibus oriuntur *terramotus*! Tres præcipuæ horrendi hujus phænomeni cauſæ eſſe videntur: *ignis*, a quo in terræ viſceribus fermentationes, & inflammationes producuntur: *aer*, qui ex ignibus his ſubterraneis vehementer infra terras dilatatur: *aqua*, quam ignes hi in vapores convertunt in infernis cavitatibus, ferme ut in cacabo, de quo ſupra (*fig.* 8).

I. Ignes ſubterraneos dari ex varia materia fermenteſcente, & inflammabili nemo eſt, qui ambigat. Teſtes ſunto Veſuvius, Æthna, ceterique Vulcani (509). Ignes hi vim ſuam expanſivam exerunt in terræ ſtrata, quibus coercentur; ſicuti cuniculus bellicus ſub propugnaculo vim ſuam in illud exerit, & in aerem diſiicit.

II. Aer in terræ ſinu diffuſus, modo clauſis cavitatibus circumſeptus, modo corporum interſtitiis incluſus, ſemper immenſa copia hiſce corporibus commixtus, ſi ab horum ignium calore dilatatur, miram vim expanſivam |nanciſcitur, quæ horrendo impetu exeritur, ubi minor eſt reſiſtentia, ad terræ ſcilicet ſuperficiem. Si purus ſit, neque corporibus commixtus in caverna undequaque clauſa, ignis ſubterranei calor ejus elaſticitatem mirum in modum auget (722). Si corporibus, quæ ignis diſſolvit, commix-

mixtus est, ab illis immensa copia erumpit (729): aer liber fit, fluidus, elasticus: libero aeri, cui jam communicat, conjungitur, hunc densiorem efficit, cujus vis elastica in ratione densitatis augetur (697). Hinc vehemens nisus, quem in obstacula exercet, in terras, & rupes, quibus detinetur: has disiicit, & superante vi elastica dispellit.

III. Si ignis, & aeris actioni aquæ in vapores versæ actio adjiciatur, quanta a tribus hisce conjunctis agentibus vis exercebitur! Sit, exempli gratia, infra terras immanis caverna, nulla ex parte externo aeri communicans, & in quam quædam aquæ copia collecta sit. Si in caverna, aut prope materia fermentescens, & inflammabilis succendatur, incendium aquas in vapores extollet illis similes, qui in cacabo H efformantur: vapores hi in amplissima caverna diametro plurium millium hexapedarum condensati, & agglomerati, ignis, & aeris incalescentis, & dilatati viribus simul conspirantibus, vel validissima obstacula removere poterunt; rupes, & montes diffindere; & maritimas, aut terrestres plagas, in quibus eruptio instantanea, aut successiva fit ita concutere, ut tremor ad plures centenas leucas persentiatur.

Physici nonnulli tribus hisce terræmotus causis vaporis electrici actionem addunt, qui, ajunt illi, magna copia in regionem aliquam irrumpens terram concutere potest. Opinio hæc tamen nullo pacto admitti posse nobis videtur; quantumvis enim copiosus, & activus supponatur vapor hic electricus in regionem aliquam agens; ejus tamen actio in totam terræ massam divisa nunquam juxta leges communicationis motus (321) sensibilem in illa effectum parere potest. Unice vapor hic electricus ignes subterraneos succendere potest; atque ita causa esse terræmotus remota, non proxima; nisi velimus in

ipsis

ipsis telluris intimis electrici vaporis explosionem fieri (1098). (*a*)

CAPUT III.

VENTORUM CAUSÆ PHYSICÆ.

845. OBSERVATIO. Immensum aeris volumen, quo tellus involvitur, comprimi, condensari, & elasticitate sua dilatari potest. Quævis causa apta in hoc condensationem, aut rarefactionem parere, in ipso æstus excitare, & agitationes debet: porro hæc omnia id ipsum sunt, quod *ventum* appellamus. Patet vero, plures causas aut simul, aut seorsim phænomenon hoc efficere posse; præcipuas sequentibus assertionibus proferemus.

846. ASSERTIO I. *Calor aerem rarefaciens una est ex ventorum causis.*

EXPLICATIO. Experientia constat, aerem calore rarefieri, & dilatari, & pro caloris mensura volumine, & elasticitate crescere (722). Hoc statuto:

I. Ponamus athmosphæræ partem, qua regio aliqua obvolvitur, puta Burgundiæ Comitatus, aut illico, aut sensim admodum rarefieri, sive a solis calore, sive ab alia quavis causa apta non levem calorem communicare. Patet, immensam hanc aeris massam antea proximo aeri æquilibratam, modo magis activam, magisque ela-

(a) *Hisce rationibus non acquiescent physici, qui validissimas habent, ut præcipuam, nisi & unicam, terræmotus causam dicant vaporem electricum.* Interpres.

elasticam in hac regione, quam in finitimis, non parum a calore, quo afficitur, intumescere debere, ac dilatari, hinc in proximas regiones refluere debere, & supra illas vi expansionis, & elasticitatis suæ diffundi, ut caloris, densitatis, elasticitatis æquilibrium cum athmosphæra regiones illas ambiente obtineat.

II. Ponamus adhuc in regionibus omnibus finitimis, Alsatia dempta, athmosphæram eodem caloris gradu, quo in Burgundiæ comitatu, dilatari. Patet, hanc Burgundiæ comitatus athmosphæram a finitimarum provinciarum athmosphæra æque elastica æquilibratam vim suam exerere non posse, nisi in Alsatiam, ad quam eo majori impetu confluet, quo in Burgundiæ comitatu major erit aeris calefacti elasticitas, & rarefactio.

847. ASSERTIO II. *Frigus aerem condensans una est ex ventorum causis.*

EXPLICATIO. Experientia constat, aerem frigore condensari, volumine, & elasticitate minui, quo magis ignea materia exuitur (722).

Hoc posito, fiat jam, ut athmosphæra Galliæ imminens subito frigore admodum condensetur. Intelligimus, in regni hujus athmosphæra ingens vacuum fieri; & finitimarum regionum athmosphæram magis elasticam, nulla naturæ suæ mutatione, in vacuum Calliæ influere debere. Si ab Austro in Boream fluxus fiat, aereum hoc flumen celerrimo motu in Galliæ athmosphæram influens, illam violenter impellet, ac ventum Australem pariet, qui ad Belgium usque vim suam exeret.

848. ASSERTIO III. *Ascensus vaporum in athmospharam una est ex ventorum causis.*

EXPLICATIO. Experientia constat, aquam in vapores resolutam volumen augere vicibus ferme 14000, & aeris volumen suo volumini æquale loco depellere (731). Pes aquæ cubicus,

cus, exempli gratia, in vapores conversus aeris pedes cubicos propterea 14000 loco depellit in ea athmosphæræ parte, in qua juxta æquilibrii legem ad varias altitudines vapores hi collocantur. Patet vero, si vapores moleculis aereis jungerentur, quin illos tumefacerent, & loco pellerent, has aereas moleculas graviores effecturas, easque secum in terram eo ipso instante, quo illis jungerentur, dejecturas. Debent ergo vapores hi in aera ascendentes moleculas aereas tumefacere, aut eas, quibus junguntur, loco pellere; aer vero ita a vaporibus tumefactus, aut loco pulsus in proximi aeris strata refluere debet, perque illa sibi viam aperire.

I. Scimus, multo magnam in natura evaporationem perpetuo fieri; hanc vero eadem in regione modo copiosiorem esse, modo minus copiosam pro vario tempestatis calore, pro varia aeris siccitate, pro vario cæli statu (674).

II. Ponamus, exempli gratia, ad Galliæ litora ab oceano, aut mediterraneo die una mille cubicos aquæ pedes in vapores attolli. Hi in volumen quater decies millies majus aqua conversi, in athmosphæra, per quam diffunduntur, loco pellent aeris pedes cubicos 14, 000, 000; qui refluens, & successive in plagas propinquas ruens aereum flumen efficiet, ventum scilicet magis, minusve vehementem.

849. ASSERTIO IV. *Vaporum in pluviam conversio una est ex ventorum causis.*

EXPLICATIO. Sicuti aqua in vapores versa volumen obtinet quater decies millies majus; ita vapores in pluviam versi ad volumen tantundem minus rediguntur. Sit itaque nobis imminens immensa nubes mille continens pluviæ pedes cubicos. Hæc in pluviam soluta in nostra athmosphæræ parte vacuum relinquet pedum cubicorum 14, 000, 000; in hoc a propinquis plagis ruet aer; hinc aeris excursio, & ventus in regionibus illi, ubi pluit, finitimis.

850.

850. ASSERTIO V. *Vegetantium generatio, & dissolutio una est ex ventorum causis.*

EXPLICATIO. Experientia constat, plantas, animalia, mixta omnia ingentem aeris copiam suis principiis conjunctam continere (729).

I. Aer in animantium, & vegetantium corporibus latens evidenter ab ambiente athmosphæra desumptus est: vere ergo, & æstate quum natura magis copiosam vegetantium propagationem operatur, athmosphæra magis minui debet in regionibus magis plantis, & animantibus fœcundis; ergo steriliorum regionum aer in illas refluere debet, ut æquilibrium restituatur. Hinc ex parte venti vere sæpius spirantes, quum natura variis in regionibus renovatur.

II. Hyeme accedente, quum arbores frondes, & fructus exuunt, frondes hæ, & fructus magna ex parte dissolvuntur: aer ipsis inclusus putrefactione erumpit, pristinam naturam induit, & fluidus fit, & elasticus. Athmosphæra tanto aere ditata e vegetantibus erumpente massa, & volumine multum augeri debet ubi natura ita dvitias suas amittit, & iners fit; & in regiones fluere, ubi serius, aut ocius natura sterilis, atque iners evadit. Hinc ex parte venti ad autumni finem passim spirantes.

Præcipua tamen ventorum causa vere, & autumno flantium sunt frequentes illæ frigoris, & caloris vices, quæ hisce præsertim anni tempestatibus contingunt, & athmosphæræ statum magis, quam aliis tempestatibus immutant. (846).

851. COROLLARIUM. *Ab hisce causis modo simul, modo seorsim agentibus apte deducuntur phænomena, quæ ab historia naturali ventorum nobis exhibentur* (835).

EXPLICATIO. I. Boreas, & Auster passim vehementes sunt. Ratio satis patet. Quum sol zonam torridam adurit ingentem in illius athmosphæra rarefactionem parit, & a maribus il-

li subjectis immensa vaporum copia attolli debet. Tunc magno impetu zonæ torridæ athmosphæra ita calore, & evaporatione intumescens ad polos refluere debet. Quum vero vapores, & exhalationes in zona torrida collectæ vetant, ne sol regiones illas adurat, sive quum in pluvias resolvuntur, immensum vacuum in illius zonæ athmosphæra fieri debet. Aer itaque polos versus accumulatus, & condensatus a zonis temperatis in torridam, & a frigidis in temperatas magno impetu refluere debet.

Passim Auster nubes congregat, Boreas dissipat. Austro flante aer, in quo vapores sunt, a magna æquatoris amplitudine ad punctum unicum, polos scilicet, tendit: pergit ergo directione convergente, qua vapores condensantur. Flante Borea aer a polis ad æquatorem pergit; ejus itaque directio divergens est; propterea vapores rarefiunt, & dissipantur.

II. Nives solutæ ventorum causa sunt. Nives enim dum solvuntur magna ex parte in vapores abeunt, qui athmosphæram, ubi locantur, plurimum tumefaciunt. Hinc athmosphæræ hujus in finitimas regiones refluxus, & venti a regione flantes, in qua nives solvuntur.

III. Diversus solis aspectus periodicos ventos parere debet; hic enim in diversis regionibus successive varias anni tempestates efficit, quibus modo majorem, modo multo minorem rarefactionem, & evaporationem parit. Itaque athmosphæra, cujus partes easdem vices subeunt, quas subjectæ regiones, periodice in diversis regionibus condensari, & rarefieri quotannis debet, & modo a plaga aliqua in finitimas refluere, modo ab his in illam. Hinc venti periodici.

IV. Aliquando in eadem regione venti spirare debent oppositi, alter quorum, exempli causa, australis sit, alter borealis. Inferior quippe athmosphæra rarefieri potest, unde in austrum,

puta,

puta, excurret, dum superior condensabitur, unde in boream ruet.

V. Ventus interpolatis impulsibus spirare debet. Aeris excursus enim a rarefactionibus, aut condensationibus oriuntur, quæ non nisi subitæ, & intermittentes esse possunt in stratis aliis densioribus, quæ necessario inæquali vi resistunt diversæ eorum densitati, & elasticitati proportionali. Variæ reflexiones, quas a montium incursu aer hic subit, tum ex collium, ædificiorum, sylvarum oppositione, plurimum conferunt ad alternos, interpolatos, & varios ventorum impulsus producendos.

VI. Infra terras quoque venti oriri debent. Infra terras siquidem corpora sunt, quæ putrescunt, fermentescunt, incenduntur, in calcem abeunt. Ex corporibus his solutis magna erumpit aeris copia, qui vi sua expansiva athmosphæræ conjungi nititur modo per telluris meatus, modo per rupium scissuras (719).

Actio ventorum.

852. OBSERVATIO. Vis ventorum est, ut in viribus omnibus motricibus, factum ex massa in volocitatem. Hujusmodi est ventorum actio in naves, quas per maria impellunt, in molarum alas, in arbores, quas radicitus avellunt, in domos, quas diruunt (847).

I. *Molarum* alæ quatuor, quæ vectium munus gerunt, plana sua oblique vento objiciunt, qui potentia motrix est. Ventus in plana hæc maxima velocitate continenter agens, & quovis momento impulsus suos iterans eas cogit perpetuo retrocedere; hoc efficere nequeunt, quin in gyrum moveantur, & secum axem, cui infixæ sunt moveant, a quo tota machina movetur.

Machinæ hæ ita constructæ sunt, ut pars earum mechanica tota supra axem verticalem, & im-

immobilem converti possit, ut semper vento spiranti alas objicere possint, eo ferme pacto, quo grus architectonica supra suum fulcrum convertitur (453).

II. *Flabella* tectis, aut turribus infixa venti directionem indicant; planum quippe, quod venti impulsui objiciunt ejus directionem necessario sequitur. Verum non nisi venti, quo impelluntur, directionem indicant, qui ob varias reflexiones directionem ibi admodum diversam habere potest ab ea, quam in aere supra colles, & ædificia sito fortasse obtinet.

III. *Machinæ* illæ, quæ charta, aut serico panno in virgis distento constructæ, & prælongo funiculo adnexæ in aera attolluntur, ad maximam altitudinem venti impulsu assurgunt, & sustinentur (*Fig.* 10).

Funiculus machinam AB, *ab* retinens ita semper alligatus est, ut planum AB, *ab* obliqua directione vento obiiciatur. Itaque venti impulsus semper planum hoc inclinatum attollere nititur, quandiu sub opportuno angulo venti impulsui illud objiciatur.

A vento sæpius actionem experimur illi similem, qua machina hæc attollitur; quum scilicet deambulantes umbellam, quam præ manibus habemus, oblique vento obiicimus. Sentimus tunc, umbellam niti in aera attolli, nosque secum evehere.

853. CONCLUSIO. Ex hactenus expositis, & demonstratis in hac aeris theoria, quanti pars ista physicæ facienda sit satis apparet. Etsi plura de hac volumina scribi possent, tamen quæ hac in re præcipua, & jucundiora sunt brevi hoc tractatu nos collegisse speramus.

TRA-

TRACTATUS SEXTUS.

THEORIA LUCIS.

Ejus natura, origo, colores.

Leges propagationis lucis in oculo, & extra oculum. Optica, Catoptrica, Dioptrica.

Ejus ad ignem relationes: ignis elementaris, phlogisticum.

Ejus ad fluidum electricum relationes: electricitas artificialis, & naturalis.

TRactatu hoc sexto, quem in quatuor sectiones tribuemus, lucis naturam, suæ propagationis leges, ejus cum igne, & cum materia electrica analogiam explicabimus.

SECTIO PRIMA.

LUCIS NATURA.

854. DESCRIPTIO I. LUx est tenue, ac nitens illud fluidum, quod oculos nostros percellens in iis objectorum sensibilium imaginem, positionem, colores pingit.

I. *Lux substantia est ab organo vidente, & ab objecto viso distincta*: medium enim est communicationis, quo oculus objecta a se sejuncta attingit, & sine quo in hæc objecta nihil potest.

II. *Lux est verum corpus*; motum enim habet qui necessario a massa in velocitatem prodit: quare non nisi vero corpori convenire potest. Hunc lucis motum, ut lubet, augemus, minuimus, reflectimus, refringimus: probat hoc eviden-

denter, lucem esse veram materiam, a qua duntaxat sensus nostri affici possunt, quæque sola experimentis nostris subjici potest:

Tangere enim, & tangi nisi corpus nulla potest res.

Hinc apparet quam obsona sit quorundam philosophorum sententia, qui lucem substantiam mediam inter corpus, & spiritum esse voluerunt.

III. *Lucis elementa, seu moleculæ tenuitatem obtinent supra quam mente concipere possimus,* quum vel minutissima objecta imaginamur. Quum enim lux a sole ad nos veniat septem, aut octo minutis (897), & ejus moleculæ velocitatem habeant saltem vicibus 1, 422, 917 illa majorem, qua bellici tormenti globus in mœnia incurrit (391); si hæ lucis moleculæ aliquam ad minutissima, quæ concipi possint, corpuscula rationem haberent, earum massa in tantam velocitatem ducta immensam pareret vim motricem, qua viventia omnia enecarentur, sylvæ, ædificia, rupes disjicerentur, & concussiones in orbe fierent illis fortasse majores, quæ a maximis globis bellicis excitantur.

IV. Alibi ostendemus, *lucis moleculas inter se massa differre*, alias aliis majores esse, & quamvis sensibilem lucis partem a corpore lucido emissam septem diversas molecularum species continere simul commixtas, quæ tamen separari possunt, & concipi sub imagine serierum globulorum A B, C D, E F, G H, quorum massa diversa est. (*fig.* 9)

Quum imperceptibilis molecularum lucis tenuitas illas a nobis observari non sinat; quænam earum figura sit certo definire non possumus: tantum igitur hac in re conjecturæ haberi possunt nihil docentes. Figura sphærica magis lucis mobilitati, reflexibilitati, & refrangibilitati opportuna videtur: porro hanc ipsam minimis lucis moleculis physici passim tribuunt.

Radix

Radius lucis.

855. DESCRIPTIO II. *Radius lucis* dicitur materiæ hujus collectio mira velocitate a corpore lucido emissa, aut a lævi, & impenetrabili superficie reflexa. Hujusmodi est radius A C H in clausum conclave per fenestræ foramen admissus (*fig.* 15): hujusmodi & radius C A B C, qui e scintilla, aut e facula emissus, aut a stella C in oculum A B incuerit. (*fig.* 13)

I. Quum quælibet lucis particula massam habeat minimam, patet, solitariam harum partium seriem sensibilem in oculum impressionem non facturam, qui tunc in minima sui parte percelleretur (*a*). Quare quilibet sensibilis lucis radius considerari debet tamquam fasciculus, seu conus lucidus plurimis parvis lucis seriebus C B A C constans (*fig.* 13)

II. Quantumvis parvum supponatur corpus lucidum, puta, scintilla e scilice excussa, ejus lux ad magnam distantiam undequaque conspicitur. Scintilla hæc lucem suam sensibilem efficit in quovis conclavis alicujus puncto, a quo ad ipsam recta linea duci possit: debet ergo scintilla hæc C non unicum radium C R, sed innumeros emittere, qui omnes divergentes veluti a centro ad omnia superficiei sphæricæ puncta protenduntur.

III. Corpora ergo lucida omnia, uti sol, stellæ, fax censeri debent veluti *centra radiantia*, a quibus lucis radii recti, & divergentes quaquaversum diffunduntur, una extremitate ad pun-

---

(a) *Lucis massam vocat auctor* infinite parvam: *minima quidem est, non tamen infinite parva; quare nos ab ea ita nuncupanda abstinuimus*. Interpres.

punctum radians terminati, altera ad quodvis sensibile spatii ambientis punctum, in quo oculus statui possit.]

Prima hac sectione magna duo lucis phænomena quantum licet explicabimus, ejus scilicet diffusionem, & colores.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

DIFFUSIO LUCIS.

LUx, quæ die sudo cæli spatia immensa replere videtur, quæ nocte serena innumeris fasciculis ab oculo nostro ad omnia cæli puncta radiantia diffunditur (*a*), est ne fluidum perseveranter in natura existens, quod ut luceat, a corpore lucido agitari, & impelli tantum postulet, an vero fluidum est, quod perpetua emanatione a corpore lucido, puta a sole, & stellis erumpat? magnum est hoc inter Neutoni, & Cartesii discipulos disceptandi argumentum, quorum systemata philosophos in diversa trahunt.

Sententia Cartesii.

856. SYSTEMA I. Censet Cartesius lucem esse fluidum extra corpus lucidum semper in universa natura diffusum, & immensa spatia replens, quæ inter nos, & astra interiacent: est illi lux materia globulosa, dura, & incomprimibilis sui secundi elementi (163). Globuli hi ab impulsu corporis lucidi incitati, puta, a solis

(a) *Non ab oculo ad cæli puncta radiantia, sed ab his ad illum lux diffunditur*. Interpres.

lis rotatione, & fermentatione motum, seu tendentiam ad motum concipiunt, quæ ad immensas distantias instanti temporis communicatur. (*fig.* 11)

Motus hic globulis corpus lucidum attingentibus communicatus, & ab his successive globulis magis remotis si oculum afficiat; in ejus fibris organicam sensationem excitat, cui spiritualis animæ sensatio adnexa est. (*Met.* 176)

Quare juxta Cartesium lux, qua solem video, ejus imagine ibi ab ea picta, non est materia mira velocitate ab hoc astro emissa, sed perpetuo inter solem, & me diffusa, quam sol fermentescens, & circa suum axem conversus movet, aut movere nititur. Globuli immediate solem tangentes impulsus habent, quos contiguis communicant, hi aliis; atque ita porro usque ad oculum. Quum globuli hi omnes incomprimibiles sint, & contigui, unico instante pressio ab eo, qui solem attingit, ad eum, qui oculo insistit, transmittitur. Concipe virgam ferream inflexilem, & incomprimibilem a manu tua ad solem productam: motus, seu nisus ad motum, quem sul virgæ extremo imprimet, unico instante alteri extremo communicabitur, & a manu sentietur.

CONFUTATIO. Systema hoc ferme jam abolitum stare nequit. (*fig.* 21)

I. Supponit enim vacuum in natura non dari: quam hypothesim omnino falsam alibi confutabimus. (1399)

II. Instantaneam facit lucis propagationem, quam astronomicæ observationes successivam probant (894). Solem, exempli gratia, in horizonte non videmus (omissa modo refractione) nisi septem, aut octo minutis postquam supra horizontem ascendit: quum lux ab ipso procedens septem, aut octo minutis tantum postquam ab illo emissa, aut excitata fuit oculos feriat.

III. Uni enim ex præcipuis proprietatibus adver-

sa-

fatur, ejus nempe elaſticitati: quæ enim elaſticitas, & reflectendi facultas in globulis ſit duris, & incomprimibilibus, qui nullam reactionem, nec elaſticitatem habere poſſunt?

IV. Noctu eadem ferme luce, qua interdiu, illuſtrari deberemur. Vidimus enim in hydroſtatica ſi fluidium incomprimibile in vaſe pleno aliqua ex parte prematur, preſſionem ad omnes fluidi partes extendi (622). Quare quamdiu ſol S circa ſuum centrum convertitur, columnæ fluidæ, & lucidæ SAD, SBVD æque concuti debent, ac columnæ SB; & oculus poſt tellurem in D ſitus ſolis impulſum, unde viſio, ſentire debet, ac ſi in B ſitus eſſet.

857. NOTA. Carteſii diſcipuli, inter quos Malebranchius, & Privatus Molierius, magiſtri ſyſtema reformarunt, globulos duros, & incomprimibiles in comprimibiles, & elaſticos mutantes. Ita & *lucis reflexibilitatem*, cujus globuli perfecte elaſtici ſunt, & *ſucceſſivam lucis propagationem* explicant, quæ plura inſtantia ſucceſſiva neceſſario inſumere debet, ut comprimatur, & reagat per immenſam globulorum ſeriem SB, SAD, quorum elaſticitas non niſi ſucceſſive exerceri poteſt. (*fig.* 11.)

Verum hæc Carteſiani ſyſtematis reformatio, qua duobus ejus vitiis occurritur, neque falſam pleni hypotheſim, neque noctis illuſtrationem ab ipſo adimit. Sit enim ſol S, tellus T, & ambo globulis univerſum replentibus involvantur. Dico, oculum noctu in D poſitum ſolem viſurum non ſecus ac meridie ipſum in B videret. Oſtendo. Quum ſeries globulorum SA a ſole impulſa globulum A comprimit; hic compreſſus ad ſuos polos *m n* elongari debet, & motum ſuum ſeriei globulorum AD communicare. Oculus ergo in D poſitus a motu globulorum SAD, vel SBVD affici debet, ut in B afficeretur a motu globulis SB a ſole impreſſo. Poſita in globulis lucis perfecta elaſticitate, pa-

tet, in globulo A reactionem *m n* actioni, seu vi comprimenti æqualem futuram, hanc vero reactionem in D agere debere.

In systemate hoc ita reformato lux undequaque instar soni diffundi, ac omni directione propagari deberet; nec corpus impenetrabile lucido S, & oculo D interjectum obstaculo esset; quod experientiæ adversatur. Ergo systema etiam post reformationem ruit.

Sententia Neutoni.

858. SYSTEMA II. Statuit Neutonus, lucem non esse fluidum extra corpus lucidum, sed esse minimarum particularum diluviem a corpore lucido indesinenter, & mira velocitate emissam per spatia vacua ad immensam distantiam recta procurrentem. Corpus lucidum est veluti sphæræ centrum: lucis emissiones sunt ejus radii.

Sententia hæc immensum in natura vacuum supponit; dari hoc alibi ostendemus. (1399)

P R O P O S I T I O.

859. *Lux est fluidum a corpore lucido emanans.*

DEMONSTRATIO. I. Patet, lucem esse debere aut fluidum extra corpus lucidum jacens, & ab hoc excitatum, aut fluidum a corpore lucido emanans, & ab ipso jaculatum; inter hæc non datur medium. At ostendimus, lucem non esse fluidum extra corpus lucidum in universa natura diffusum (857); ergo lux est fluidum a corpore lucido emissum. (*fig.* 13)

II. Hæc lucis origo physicæ legibus, & lucis phænomenis mire consentit. Concipe enim tantum solem, & stellas ut immensas fornaces vehementissimo igne succensas: ex his omnem ucis theoriam deduci videbis. Fornaces hæ innumeros tenuissimæ materiæ divergentes fluvios mittent, qui celerrimo motu, nulloque obsta-

culo

culo per immensa spatia recta procedent. Hinc *mira lucis velocitas*, & motus per lineam rectam, & radios divergentes. Particulæ hæ fermentatione, aut accensione a lucido corpore ejectæ, & per spatia vacua maxima velocitate motæ natura perfecte elasticæ sunt, & aliquando substantiis occurrunt, quas pervadere nequeunt; ab his ergo reflecti debent; hinc *lucis* in impenetrabile corpus incurrentis *reflexio*. Si hæ ipsæ particulæ in corpus penetrabile incurrant, quod aliquatenus primæ earum directioni resistat, motum inflectent, & directionem mutabunt: hinc *lucis refractio*, quum a medio, ad medium transit non eodem modo accessibile, & permeabile.

III. Modus, quo ignem, & lucem excitamus, hactenus datæ solis, & stellarum ideæ consentit. Fax accensa non nisi substantiæ dispendio collucet: lignum ardens lucem non parit, nisi consumatur, & in tenuissimas partes disgregetur, quas ignis quaquaversus dissipat. Nostra igitur de lucis origine, & propagatione theoria ipsum est naturæ systema. Q. E. D.

Solvuntur Opposita.

860. OBJECTIO I. Si solis lux substantia esset ab ipso emanans, jamdiu exhaustus fuisset. Quanta enim lucis copia perpetuo a sole efflueret, quæ immensa spatia illuminans ad stellas usque certo propagatur?

RESPONSIO. Phantasiam magis, quam rationem objectio deterret: utrique opitulabimur ostendentes, minimam esse hanc solis jacturam; & aliunde illum tantundem ferme acquirere, quantum amittit.

I. *Sol lucem emittere potest exigua suæ substantiæ jactura*; quum enim materia supra quam mente percipere possimus divisa sit (20): quum præterea in infinitum sit divisibilis (60); pa-

tet, tuto supponi posse materiæ partem quantumvis minimam, puta arenæ granulum, in totidem, imo plures partes divisam, quam in immenso cælorum spatio puncta sensibilia sint (61). Lucis materia a sole emissa ita divisa supponatur: facile intelligemus qua ratione minima solaris substantiæ portio possit perpetuo effluvio spatia omnia inter solem, & stellas illustrare. Si mosci granum viginti annis, & ultra perpetuos corpusculorum odorantium effluxus dare potest pondere suo ad sensum non imminuto (33, III.); quare immanis solis massa decies cencies millies tellure major, similem effluxum non perferret nulla sensibili imminutione?

II. *Sol paulatim tantundem substantia lucida acquirere debet, quantum amittit*. Vorticem, seu systema solare nuncupemus spatium solem inter, & stellas interceptum, in quo planetæ, & cometæ convertuntur. Primo stellæ ut sol lucidæ in systema solare tantundem ferme lucis jaciunt, quantum sol in diversa stellarum systemata: hoc materiæ lucidæ mutuum commercium solem exhauriri non sinet. Dein lux a sole in suum systema diffusa, & inde non exiens maxima ex parte in solem recidit, quo ab ejus gravitatione attrahitur, quum jam projectionis motus extinctus est.

Quare posita etiam magna lucis quantitate indesinenter a sole emissa, jactura hæc indesinenter reparata solem minuere nequit; sicuti vapores, & exhalationes perpetuo e tellure erumpentes ejus massam ad sensum non imminuunt; in illam enim recidunt aut eadem natura servata, aut in alia corpora conversa.

861. NOTA. Solis incendium ne putes illi simile, quod in corpore combustibili fieri vides. Fax accensa paucis horis totam substantiam suam dissipat; tota tamen ejus substantia in lucem non convertitur; magna pars in vaporem, & fumum abit; pars alia in aerem, alia in carbonem,

nem, & cineres. Si in partes decies, aut vicies centies millesimas materiam facis divideres, vix unam fortasse, quæ lux esset, invenires.

At solis substantia, ea saltem, quam intima fermentatio in torrentes lucis ad nos usque jaculatur, nec aerem habet, nec vaporem, nec cineres, qui extra hoc astrum dissipentur, & a quo ad sensum imminui possit. Si sol crassas substantias illis ignis terrestris similes continet, hæ divisæ, & consumptæ in ipsum solem gravitate sua recidunt; sicuti Vesuvii eructationes in terram recidunt non procul a vulcano eas eructante.

862. OBJECTIO II. A nostra lucis theoria absurdum sequitur: ultra scilicet remotissimas stellas, & extra mundum finitum in spatio infinito (*Met.* 439, 442) lucem esse, cujus motus in vacuo infinitum duraturus est perpetuo mira velocitate a suo fonte recedens. Ex theoria motus corpus velocitatem, & directionem suam servat, donec a causa extrinseca non impediatur (207): atqui materia lucis in immensa vacua conjecta nihil invenit, quo ejus directio immutetur, aut velocitas retardetur. Ergo lux hæc nullum corpus in itinere offendens primitiva velocitate, & directione infinitum moveri debet.

RESPONSIO. Facile causa assignabitur, qua lux a sole, & stellis emissa ultra mundi limites infinitum non abibit. Causa hæc est materiæ ad quædam centra generalis gravitatio.

I. Lux, ut materia alia quævis, gravitatione donata est, qua aut ad solis, aut stellæ, aut planetæ, aut cometæ alicujus centrum tendit, ut alicui ex his corporibus propinquior est, magisque ab illo attrahitur.

II. Lux solis, exempli gratia, ab hoc astro mira velocitate emissa causam habet retardantem & motum suum destruentem etiam in vacuo perfecto, suam scilicet in solem gravitationem,

quæ motus hujus perpetuitati opponitur, ficuti glans plumbea e fiftula bellica verticaliter projecta gravitatione fua motum retardat, qui tandem ab hac totus deftruitur, etiamfi aer illi nullatenus refifteret. (1440)

III. Quare folis, & ftellarum lux extra mundi limites projecta, gravitatione paulatim motum projectilem deftruente tandem ad aftrum feu lucidum, five opacum fibi propinquius, cujus attractionem magis fentiet, regredi debet.

Ex dictis apparet quam noftra de origine lucis theoria fimpliciffimæ motus theoriæ concors fit; quod non habet hypothefis a nobis impugnata, in qua lux eft fluidum corpori lucido circumfufum, & immenfa naturæ fpatia replens.

863. OBJECTIO III. In noftra theoria lucis radii a pluribus corporibus lucidis emiffi quum innumeris modis invicem decuffentur, turbari, & invicem commifceri deberent. Sint enim ad quatuor conclavis angulos quatuor candelæ accenfæ. Ex his hic binas tantum confiderabimus. (*fig.* 20)

Quum corpus lucidum lucem per lineam rectam quaquaverfum diffundat, radius *a* A *a* a candella A ejectus fifti debet & interturbari ab oppofito radio *b* B *b* a candela B emiffo. Si horum radiorum vires funt æquales, vividior tantum candela videri debet: hoc tamen experientiæ adverfatur.

RESPONSIO. Abufus in fcientia invaluit, ut peculiari fententiæ, quæ impugnatur illa opponantur, quæ & fententiæ, quæ propugnatur æque opponi poffunt. Hujufmodi eft difficultas propofita, quæ cuivis de natura, & propagatione lucis fententiæ communis eft (901). Patet fiquidem, lucem aut effe fluidum e corpore lucido emiffum, aut fluidum extra corpus lucidum jacens, & ab ipfo impulfum: neque inter hæc medium datur. Atqui difficultas propofita æque viget five radii *a* A *a*, *b* B *b*, A R,

A B

B R pressione, sive projectione colluceant.

I. Qui lucem *pressione* produci volunt, respondent, candelas A, & B impellere diversas series in directum positas globulorum; qui ratione maximæ tenuitatis moventur, aut moveri nituntur seorsim alii aliis proximi, singulorum actione non turbata. Potest ne responsio hæc pleno, & fluido plenum hoc replenti conciliari?

II. Qui lucem *emanatione* produci contendunt, & probant, respondent, moleculas a candelis A, & B emissas, quum multo tenuissimæ sint, facile in vacuo, in quo moventur, liberas semitas invenire, ubi nullum obstaculum offendunt: si vero moleculæ aliquæ sibi occurrant, eas juxta leges corporum elasticorum reflecti, quin in oculum, quem ingrediuntur, sensibilem candelæ imaginem pingant, quum neque ea copia, neque eo ordine, qui ad hoc præstandum requiritur, illuc adveniant.

Si mille simul faces alicubi arderent, idem oculus eas omnes simul videre posset; radii enim a singulis ejecti in vacuis D, aut R, in quibus decussantur, vias liberas inveniunt, per quas omnes tanta copia transire possunt, quanta satis est ad oculum sensibiliter afficiendum, & objectum a quo emittuntur, in eo pingendum.

Pari modo lux reflexa directæ motum non perturbat; utraque enim in vacuis spatii, per quod movetur, vias invenit, per quas tenuissimæ ejus moleculæ libere transeunt. Quantumvis intensa in aliquo spatio R lux sit, omnes ejus moleculæ in massam collectæ ne centies millies millesimam quidem partem spatii, in quo moventur, occuparent. Quid ergo mirum, si moleculæ hæ in hoc spatio moveantur, & decussentur cursu non perturbato?

III. Difficultas hæc, non modo theoriam nostram non infirmat, imo fulcit, ac comprobat; apte enim in hypothesi vacui soluta, alteram

hypothesim, quæ unica illi sufficit posset, prorsus evertit.

Lucem, ajebat Aristus, facilius cum Cartesio intelligo, quam cum Neutono: ego vero, reponebat Clitander, facilius cum Neutono, quam cum Cartesio. Nostrum est igitur scrutari quænam lucem intelligendi ratio naturæ conformis sit, quæ non semper res efficit eo modo, quo nos eas facilius percipimus. Atqui lucis, motus, astronomiæ physicæ theoriæ omnes Cartesii hypothesi adversantur: non ergo hæc naturæ conformis est. (*a*)

§. II.

COLORUM DIVERSITAS.

864. OBSERVATIO. Colorum sensatio ab ejus causa sedulo distinguenda est.

I. *Colorum sensatio* in anima considerata est ipsius animæ modificatio spiritualis, cujus natura nihil spectro colorato simile habet, quod extra ipsam ejus terminus, & objectum est.

II. Mentalis hæc colorum sensatio a binis causis oritur, altera *homini intrinseca*, nempe impressione in retina, altera *homini extrinseca*, corporis scilicet dispositione hanc in oculo affectionem producentis. Hic de extrinseca tantum colorum causa, seu de materia hanc sensationem producente sermo est.

865. OBSERVATIO II. Physici omnes consentiunt, extrinsecam colorum causam esse ipsam lucis

(a) *Quum ista pertractas Clarissimi Euleri de luce dissertationem consulere ne omiseris.* Interpres.

lucis materiam; at in lucis natura, & actione in oculum explicanda non consentiunt.

I. Cartesio lux tota homogenea est: ejus moleculæ nec natura, nec massa, nec figura diversæ sunt: *fluidum hoc homogeneum* tamen diversas vibrationes a corpore lucido subire potest, a quo agitatur, atque impellitur. Hæc vibrationis species in oculo impressionem facit, qua unici coloris, puta viridis, in anima sensatio oritur: illa vibrationis species fortior, aut lenior, aut diversa ratione excitata aliam in oculo impressionem facit, unde in anima alterius coloris, puta cærulei, aut rubri sensatio: alia vibrationis species ab his diversa oculo, & animæ diversi a præcedentibus coloris sensationem excitabit; atque ita de reliquis.

II. Neutono lux est *fluidum heterogeneum* septem molecularum speciebus constans massa, aut figura, aut utraque inter se diversis; verosimilius tamen massa tantum. Inter has, quæ lucem efficiunt, (*Fig.* 9) una est A B, quæ rubri tantum sensationem semper parit, altera C D, quæ crocei tantum, altera E F, quæ tantum cærulei, alia G H, quæ tantum violacei; atque ita de reliquis.

Cartesio rosa, & viola duas diversas oculo impressiones faciunt, etsi eandem materiæ speciem in oculum reflectant: lux enim homogenea, & similibus globulis tota constans natura, volumine, figura, a rosa reflexa motum concipit, & vibrationem admodum ab ea diversam, qua a viola reflectitur. Evidens est, inquiunt Cartesius, & Malebranchius, quemlibet lucis globulum moveri posse & *motu directo*, quo per lineam rectam feratur, aut ferri nitatur; & *motu circulari*, quo circa suum axem agatur, aut agi nitatur. Binæ hæ motus species compositæ simul infinitum variari possunt: porro hæc motuum simul compositorum varietas illa est, qua oculus diversas sensationes obtinet,

 unde

unde diversæ eveniunt colorum perceptiones. Eadem lucidæ materiæ quantitas data motus directi, & circularis quantitate oculum afficiet sensatione coloris rubri; diversa motus seu directi, seu circularis quantitate diversam a præcedente oculo impressionem faciet; unde viridis, aut violacei perceptio exorietur.

Neutono rosa, & viola duas in oculo diversas impressiones faciunt, propterea quia duas diversas materiæ lucidæ species ad oculum reflectunt. Exempli causa (*Fig.* 9), *rosa* omnes lucidarum molecularum species absorbet, aut dissipat, demptis molecculis A B, quarum est rubri sensationem parere: has solas ad oculum reflectit; & oculus rubri sensationem habet. *Viola* omnes lucidarum molecularum species absorbet, aut dissipat, demptis moleculis G H, quarum est violacei sensationem excitare: has ad oculum tantum reflectit; & oculus violacei sensationem habet.

Nullus de his disputandi finis factus fuisset, nisi experientia rationi auxilio venisset. Magnus Neutonus lucem dissolvere, & ad analysim revocare aggressus est, sicuti chemia majora corpora dissolvit; & suis miris experimentis sententiam suam demonstravit. Porro ejus experimenta præcipua, & inventa sunt hujusmodi.

Lucis analysis.

866. EXPERIMENTUM. Sit conclave soli adversum, cujus fenestræ clausæ nullum luci aditum sinant, nisi per foramen diametro ferme unius pollicis. Solis radio A C H obiiciatur prisma crystallinum B C: sequentia apparebunt. (*Fig.* 15).

I. Radius A H a prima semita A C H curvabitur in C, divaricabitur, & in opposita charta alba M N septem diversos colores pinget in totidem distinctos circellos divisos. Erunt hi

hoc

hoc ordine a minus curvatis incipiendo: *ruber*, *croceus*, *flavus*, *viridis*, *caruleus*, *purpureus*, *violaceus*.

II. Si charta MN in aliquo ex his circellis, puta in rubro *r* perforetur, & radius hic ruber solitarius per aliud prisma crystallinum DE traijciatur, radius hic iterum curvabitur, & divaricatus in aliam chartam F incidet; in hac tamen color unicus, ruber scilicet, apparebit.

III. Si in alio circello, puta in violaceo *v* charta MN perforetur; hic radius in P a prismate, seu a quibusvis prismatibus successive refractus, & divisus nunquam alium, præter violaceum, colorem exhibebit. Ita circelli viridis radius quibusvis prismatibus trajectus non nisi viridem colorem exhibet: ita & reliqui.

IV. Etsi charta ejusdem ubique coloris albi sit, illius locus, in quem incidunt radii rubri rubro colore pingitur; locus, in quem cadunt violacei, violaceo pingitur; ita de ceteris. Si loco chartæ albæ flava ponatur, aut rubra, locus adhuc in quem cadent radii virides, viridis apparebit, in quem violacei, violaceus.

V. Si magna lente crystallina radii hi in circellos dispersi in unum colliguntur, versicolores hi radii simul collecti communem colorem induunt, qui albus est. Iterum a collectione per prisma refracti, in varios colores ut antea separantur: hoc vero in unica specie separata, puta in rubra, non contingit: hæc per lentem collecta, dein per quotvis prismata transmissa non nisi rubrum colorem unquam exhibet, quæcumque sit ejus densitas, & quodcumque sit corpus, in quod incidit.

Ex hoc experimento plæraque in Cartesium & Malebranchium descendunt, qui lucem homogeneam faciant, & colores ex variis hujus materiæ, sive elastica ea sit, sive non sit, vibrationibus desumunt. Aliqua ex his persequemur.

Colores in radiis.

867. COROLLARIUM I. *Lucis materia heterogenea*; ejus enim moleculæ per prifm tranfeuntes C B aliæ magis, aliæ minus refringuntur, quod contingere non deberet, fi partes omnes radium A C componentes eadem maffa, & figura donarentur (*Fig.* 15).

I. *Radii rubri* femper minus refringuntur, minufque a recta, & communi femita A C H recedunt: hoc ideo erit, quod radii hi majore maffa præditi, adeoque majore vi motrice caufæ refringenti C B fortius & efficacius refiftunt.

II. *Radii violacei* omnium maxime refringunnur; certe quia quum minorem maffam habeant omnium minimam vim motricem obtinent, & facilius, magifque caufæ refringenti C B obfequuntur.

III. Eadem ratione *reliqua radiorum fpecies* eo magis refringuntur, quo minorem vim motricem habent, quam vi refringenti opponant. Quare maffa lucidarum partium fucceffive a fpecie rubra ad violaceam decrefcere debet ordine fuperius indicato. Radii rubri craffiores erunt, dein decrefcendo crocei, flavi, virides, cærulei, purpurei, violacei.

IV. Minimus radius lucis vel capillo tenuior in feptem hos colores dividitur, ut craffior experimenti præcedentis. Unde fequitur, radium quemvis fenfibilem a fole emanantem feptem molecularum fpecies continere, quæ etfi fimul commixtæ, maffa tamen inter fe differunt.

868. COROLLARIUM II. *Colorum diverfitas a radiorum, non a vibrationum diverfitate oritur.* Radiorum enim fpecies folitaria, puta rubra, per lentem collecta, dein prifmate refracta, & divifa, aut pluribus, fi lubet, prifmatibus, in charta alba, aut viridi, aut flava nun-

nunquam nisi rubrum colorem pingit. Quare nam radii hi rubri lente collecti, pluribus prismatibus refracti, a variis objectis reflexi variis vibrationibus non agerentur, ut quum transeunt per prisma BC? quare variis modis vibrati diversos colores non exhiberent similes pictis in charta MN, si colorum diversitas a diversa radiorum vibratione, non a diversa eorum natura oriretur?

Recens observator Neutonum erraffe putavit, quoniam sibi visus fuit radium rubrum *r* F in varios colores divisisse. Ipse quidem hallucinatus est; radium enim rubrum impurum sumpserat, & aliis adhuc coloribus commixtum. Exquisita prismata, & summam diligentiam experimentum postulat: ceterum certum est; illudque Nolletus fecit Parisiis, ut Neutonus Londini (*a*).

869. COROLLARIUM III. *Septem tantum colores primigenii in natura sunt*. Colorum enim diversitas in radiorum diversitate sita est; horum vero septem tantum species sunt.

870. COROLLARIUM IV. *Colores primigenii sunt immutabiles*; a quovis enim corpore reflexi, aut refracti iidem perseverant. Sit, exempli causa, species aliqua colorum primigenia, veluti radius ruber *r* purus, & solitarius. Radius hic charta exceptus, vel panno albo, nigro, viridi, flavo, semper ruber apparet. Idem radius per vitrum coloratum viridem, aut flavum transmissus, sive per cæruleum, aut purpureum semper ruber perseverat. Idem in quavis colorum specie primigenia contingit; quælibet

---

(a) *Nulla ferme per hos dies tota Europa urbs est, ubi physica studia vigeant, in qua pari successu experimenta ista jam peracta non fuerint*. Interpres.

libet suum colorem servat, utcumque refringatur, aut reflectatur.

871. COROLLARIUM V. Colorum diversitas in corporibus a diversitate radiorum, quos ad oculos reflectunt, exoritur; sunt enim colores radii ipsi, qui oculum afficere, ibique objectum pingere nequeunt, nisi quatenus ab illo reflectuntur.

I. Purpura in oculo rubri sensationem excitat; pannus hic enim omnes radiorum species absorbet, præter rubram, quam ad oculum reflectit. *Crocus* oculo flavus apparet; omnes enim radios ebibit præter flavos, quos ad oculum remittit. Ita de ceteris.

II. *Albus* color est colorum omnium simul commixtorum, & uniformiter reflexorum collectio. Lilium nobis album videtur, quia ad oculum æqualem septem radiorum copiam reflectit. Quare albus est color compositus, & omnium maxime compositus.

III. *Niger* est omnium colorum privatio. Conclave, in quo supellex die variis coloribus colluceat, noctu nigrum videtur; supellex enim nullam amplius ad oculum radiorum speciem reflectit. Vestis die nigra videtur; hic enim pannus maximam omnium colorum copiam æque absorbet, nec nisi minimam, sed ferme æqualem omnium colorum primigeniorum quantitatem ad oculum reflectit; unde retina languidam tantum impressionem sentit ex omnium colorum mixtione, ex qua nigri coloris sensatio oritur. Niger albo oppositus est; sicuti enim corpus album maximam omnium radiorum copiam reflectit; ita nigrum colores omnes æque absorbet, nec nisi minimam cujusque speciei quantitatem æque reflectit.

IV. Duorum primigeniorum colorum *mixtio* tertium efficit cuique participantem. Exempli causa, (*Fig.* 15), lentis ope si duo radii jam prismate depurati, rubeus *r*, & violaceus *v*, simul

simul juncti in chartam albam incidant, chartæ locus iste colore pingetur nec rubro, nec violaceo, sed utrique participante.

Radii efficaces, & inefficaces.

872. OBSERVATIO. Possunt cum nonnullis physicis in luce ab objectis reflexa distingui radii efficaces, & inefficaces.

I. *Radii efficaces* ii sunt, qui *præcipuam* in oculum *impressionem* faciunt, a qua, ut magis vivida, reliquæ languidiores veluti extinguuntur, quæ idem oculi punctum afficiunt.

II. *Radii inefficaces* ii sunt, qui in oculum impressionem quidem faciunt, sed ita languidam, sed ex vividiore in idem oculi punctum, ab aliorum radiorum copia ferme nullam. Exempli gratia, purpura mihi tantum rubra videtur, etsi in oculum cum radiis rubris alios quoque virides, flavos, violaceos reflectat: rubri enim multo majori copia majorem, & præcipuam impressionem faciunt, qua a reliquis animæ animadversio distrahitur.

Hæc *sensationum præcipuarum*, & *efficacium* theoria experientiæ maxime conformis est. Scimus enim, ingentem fragorem debilis soni sensationem in aure impedire, quem in silentio optime audiret: grave vulnus a milite in pugna acceptum levis puncturæ sensationem nullam reddere; magnum animi motum a minoris momenti rebus animum avertere.

PROPOSITIO.

873. *Colorum diversitas a diversis radiis oritur a corpore lucido projectis, & ab opaco reflexis, seu mixtis, seu separatis.*

DEMONSTRATIO. Propositio a demonstratis consequitur. Ex lucis analysi constat, ejus moleculas esse heterogeneas; eandem radiorum spe-

ſpeciem, puta rubram, quomodocumque rarefa-ctam, aut condenſatam, aut modificatam non niſi rubri ſenſationem excitare: hos radios quomodocumque per priſmata etiam colorata refractos, vel a quibuſque corporibus reflexos unice, & ſemper rubrum colorem exhibere. Idem experientia teſte de ceteris ſpeciebus dici poteſt, quæ omnes primigenium ſuum colorem tantum afferunt (866). Ergo certum, ac demonſtratum eſt, *radios a corpore lucido effluere*, & diverſos corporum colores oriri a diverſis radiis a corpore lucido emiſſis, & ab opacis corporibus refractis. Q. E. D.

874. COROLLARIUM. *Ergo ſola Neutoni de coloribus theoria admitti poteſt:* ſola enim experientiæ nititur, & phænomenis eſt conſentanea.

Quum colores in radiis eſſe dicimus, nullam his radiis coloratis occultam qualitatem tribuimus, nihilque a materia, & motu diverſum, quod ullo pacto coloratis imaginibus ſimile ſit, a quibus coram objectis anima afficitur. Colores in radiis ſunt tantum proprietas, quam ſua maſſa, & velocitate obtinent in oculi fibras impreſſiones quaſdam efficiendi, unde oriuntur imagines, ſeu ſenſationes in anima coram objectis coloratis, quas colorum imagines, ſeu ſenſationes nuncupamus (*Met.* 173, 176). Exempli cauſa,

Radii rubri quum croceis maſſam majorem habeant, velocitatem æqualem, patet, illos ab his diverſam organicam impreſſionem facere debere; quid vero præterea requiras, ut omnino diverſæ in anima ſenſationes habeantur? fortior in oculum a craſſioribus radiis impulſus intimam in anima rubri ſenſationem excitabit. Languidior impreſſus a radiis aliquanto minoris maſſæ, croceis ſcilicet, crocei in anima ſenſationem pariet; minori adhuc impulſui a violaceis radiis, qui minimam omnium maſſam obtinent, violacei ſenſatio adnexa erit, Si tres hi diverſi

im-

impulſus in tria diverſa retinæ, puncta ſimul fiant; tres modo expoſitas ſenſationes anima ſimul habebit. Nihil ergo diverſorum colorum perceptio ſupponit aut in radiis, aut in objectis radios ad oculum reflectentibus ſimile coloratis imaginibus, quas anima percipit (190).

Oppoſita diluenda.

875. OBJECTIO I. Si radii ſolis heterogenei ſunt, ſi maſſa, & refrangibilitate differunt, cur dum per athmoſphæram tranſeunt, in qua certe refringuntur, in ſeptem primigenios colores non ſeparantur?

RESPONSIO. Objectio cuivis de coloribus ſyſtemati communis eſt, & in quovis facile reſolvitur dicendo, experientia duce, refractionem quamvis non ſufficere ad lucem in ſuos colores ſeparandam. Ad hoc enim debet radius magnam refractionem ſubire, qua radii verſicolores invicem ſegregari poſſint, & ad ſpatia referri inter ſe diſtincta, a quibus ad oculum reflectantur. Hujuſmodi eſt refractio a vitreo priſmate effecta, & ab aqueis globulis in athmoſphæra quum iris apparet (808).

At quamvis lux in feneſtra vitrea, in aqua quieſcente, in athmoſphæra refringatur; non ſatis refringitur ad diverſos colores oſtentandos; radii enim parum nimis invicem ſegregati in idem ſenſibile objectorum punctum incidunt, & ad ſenſum, ut ante refractionem, mixti reſiliunt.

876. OBJECTIO II. In noſtra theoria pratum viride apparet, quod virides radios reflectat, ceteros ebibat. At ſi pratum hoc per vitrum rubrum inſpiciamus, rubrum apparebit; ſi per flavum, aut violaceum vitrum, flavum, aut violaceum pratum apparebit. Nonne notiſſimum hoc experimentum Neutoni theoriam evertere videtur?

Ra-

Radii a prato, aut ab abrorum foliis reflexi viridis coloris in oculo, & in anima sensationem excitant, quum ad oculum per nullum vitrum transmissi pertingunt. Radii hi ipsi per vitrum coloratum transmissi naturam mutant, fiunt enim pro vitri colore, rubri, flavi, violacei. Non ergo, ut vult Neutonus, immutabiles sunt; ergo ex diversis modificationibus, quas subire possunt, fient successive virides, flavi, rubri, violacei, ut vult Cartesius.

RESPONSIO. Experimentum hoc, quod tam multum Cartesio favere videtur, facile cum Neutoni theoria certissimis experimentis confirmata conciliatur. Natura sibi nunquam adversatur. Quum duo de eadem re experimenta pugnare videntur, alterum perperam sumi certum est, & utrumque ad errorem detegendum iterum ad trutinam revocandum.

I. Certissimis, & millies iteratis experimentis constat, post refractionem radium lucis in septem diversas species separari; harum una, puta viridis, non nisi viridem colorem unquam exhibet, quicumque corporis reflectentis, aut refringentis color sit: ergo radii a prato, aut a frondibus reflexi non sunt virides tantum ab omni alia rubrorum, flavorum, violaceorum &c. specie depurati.

II. Pratum, & silva viridem nobis colorem exhibent, quod multo majorem ceteris radiorum viridium copiam ad oculum reflectant, etsi non exiguam aliarum quoque specierum radiorum copiam reflectant. Specie itaque viridis *praecipuam* hic *impressionem* efficit (872), a qua sibi congrua sensatio excitatur: reliquorum radiorum impressio satis languida ab hac obruitur, & veluti extinguitur.

III. Quum deinde pratum, aut silva per vitrum coloratum inspicitur, puta per rubrum; non amplius objecta haec viridia apparent: radii enim virides ab his reflexi a vitro rubro abso-

absorbentur, aut dissipantur, nec ad oculum transire sinuntur. Pratum, & silva rubrum colorem exhibent; modica enim radiorum rubrorum copia, quæ aliis commixta reflectitur, ipsa tantum per vitrum rubrum libere transit, & oculum ingreditur, ubi ipsa tunc *præcipuam impressionem* facit, & analogam excitat sensationem.

Objectum, puta pratum, per vitrum coloratum inspectum, semper colore ipsius vitri tinctum apparet: vitrum hoc enim omnes colorum species absorbet, præter eam, quam partim reflectit, partim per suos poros traiicit. At pratum hoc per vitrum coloratum visum minori semper claritate videtur; exiguam enim radiorum a prato reflexorum copiam vitrum hoc ad oculum transire sinit. Lux hæc tamen ita transmissa adhuc satis sensibilis est; impressio enim ab his radiis effecta satis est ad tenuissimas retinæ fibras percellendas, & mentis attentionem ad præsens objectum excitandam quo tempore objectum hoc nullas vividiores, & aptas hanc obruere impressiones efficit. (872)

IV. Præsens itaque difficultas solvitur dumtaxat puros, & homogeneos radios ab heterogeneis, & mixtis distinguendo, quos corpora reflectunt. Nullum est in natura corpus, quod unicam radiorum speciem reflectat: species potissima ab objecto reflexa, puta a purpura, oculi sensationem, & colorem ab anima corpori attributum determinat. At hoc objectum cum specie potissima, puta cum rubra, ex reliquis quoque speciebus radios reflectit. Quum vero vitrum coloratum oculo interpositum radios coloris sibi analogi tantum transmittit, oculus objectum eo tantum colore videre debet, quo afficitur, puta violaceo, si vitrum violaceum sit.

877. OBJECTIO III. Cuinam persuadeas, herbam omnes colores absorbere præter viridem,

pur-

purpuram omnes, præter rubrum, quem reflectit; oculum morbo regio laborantem colores omnes ebibere, aut dissipare, præter flavum, quem ad retinam traiicit? Quo physico machinamento inter septem colores a sole emissos herba viridem segregabit, ut hunc reflectat, ceteros absorbeat? Nonne poeticis inventis Neutoni theoria comparanda est?

RESPONSIO. Facile *phænomena* hæc *dari posse* concedet quicumque aliquantum in physica, in chemia, in varia corporum textura, in interstitiorum varietate, & affinitatis ad varios radios diversitate versatus sit. Certo vero *dari* affirmabit quicumque invicta experimenta perpenderit, quibus probatur, radiorum speciem homogeneam cuicumque corpori suum proprium colorem inducere (866). Physicus non magis hæc phænomena mirari debet, quam alia innumera omnibus nota, & a nemine in dubium revocata. Machinamentum physicum, quod hic impugnatur, fortasse partim in diversa *corporum textura* situm est, partim in *diversa* horum corporum seu simplici, seu complicata diversis radiorum speciebus *affinitate*.

I. Quare aqua salis durissimi, & gravissimi frustum liquat, & absorbet, dum ceram mollem & levem non solvit? quare aqua fortis cupri, aut argenti fragmenta absorbet, auri vero, aut vitri intacta relinquit? quare panni nonnulli rorem attrahunt, dum alii respuere videntur? idem dicas de innumeris aliis physicis phænomenis.

Patet, phænomenis hæc magna ex parte saltem a naturalibus affinitatibus, & a peculiaribus attractionibus proficisci, inter aliquas substantias intercedentibus, quæ in aliis non inveniuntur. (93, 136, 137)

II. Nonne omnino verosimile est, id ipsum in colorum phænomenis contingere? Diversa corporum contextura, pororum diversitas, affinitates diversæ nonne evidenter efficere possunt,

ut pratum virides radios reflectat, purpura illos absorbeat? Juxta hanc theoriam, quæ evidenter dari potest, & veram esse verosimillimum est,

Herba maxima ex parte radios absorbet, viridi specie tantum excepta; sive quod primis maximam habeat affinitatem, postremis nullam: sive quod ita postulet partium textum, & interstitiorum figura. (198)

Purpura ex substantiis, quibus in tinctura imbuta fuit & novam texturam, & peculiarem affinitatem adepta est radiis omnibus, quos absorbet, exceptis rubeis, quos non attrahit, sed libere agere sinit.

Non tamen herba, & purpura radios omnes ebibunt, quibus affinitatem habent; neque enim herbæ, & purpuræ puncta omnia, in quæ lux incidit, natura perfecte similia sunt, adeoque nec eandem radiis absorbendis affinitatem habent; præterea nec poros habent radiis his excipiendis æque dispositos. Hinc radiorum pars, quæ his corporibus minorem habet affinitatem, ejus attractionem eludit, & propria elasticitate reflectitur.

Vitrum achromaticum radiorum speciebus omnibus transitum offert; ejus enim interstitia radiis omnibus æque patentia sunt. Vitrum rubro colore intime infectum a substantiis vitreis suis moleculis intime conjunctis interstitia habet facilius a radiis permeabilia, & peculiarem affinitatem nanciscitur radiorum speciebus omnibus, rubra excepta: hac affinitate radios omnes absorbere nititur, rubeis exceptis, quos non attrahit.

Qui morbo regio laborat objecta omnia flava videt; sive quod oculorum humores radiis flavis dumtaxat aditum præbeant; sive quod hi humores affinitate sua simplici, aut complicata radios omnes absorbeant, præter flavos, quibus affinitatem non habent, quique aut unici, aut ma-

majori copia ad retinam pertingentes præcipuam & prævalentem impressionem faciant. Morbus hic infirmo id efficit, quod vitrum flavum perpetuo oculis admotum.

878. OBJECTIO IV. Responsio hactenus allata principia contradictoria continere videtur. Sit enim vitrum coloratum, puta rubrum. Si quæras cur vitrum rubrum videatur; audies ideo rubrum videri, quia radios rubros reflectit, ceteros absorbet. Si deinde quæras cur vitro hoc oculis admoto objecta omnia rubra videas; audies, a vitro hoc radios tantum rubros transmitti, ceteros absorberi. Solos radios rubros reflectere, hos solos transmittere nonne duo sunt inter se pugnantia?

RESPONSIO. Omnium radiorum rubrorum reflexio, nonnullorum transmissio in eodem objecto sane pugnarent. At eorum partem reflectere, partem transmittere nihil pugnat.

Vitrum interius, & exterius rubrum radios omnes absorbet præter rubros, quin qua id ratione fiat probe sciamus. Rubrorum vero partem a moleculis suis solidis reflectit, partem per poros traijcit, per quos libere transeunt. Pars reflexa ad oculum delata vitrum respicientem illud rubrum exhibet; pars traiecta ad oculum post vitrum in ipso objectum pingit, a quo reflexa fuit, rubro colore tinctum, & vitrum ipsum, per quod traijcitur. (*)

879. NOTA. *Vitrum rubrum* per vitrum viride inspectum viride apparet; ut enim ad secun-

---

(*) *Vitrum a postica parte in hac observatione videtur, non per radios rubros, quos transmittit, sed per eos, quos etiam ab hac parte reflectit: hi vero ab aliis objectis ad vitrum adveniunt, & ab ejus postica superficie, atque intimis partibus reflectuntur.* Interpres.

cundam objectionem diximus, objecta oculo nudo ejus coloris apparent, cujus sunt maxima ex parte radii ab illis reflexi. Porro hi radii plures semper ex aliis speciebus admixtos habent. Vitrum de quo nunc sermo, *rubrum videtur* oculo nudo: quod potissima reflexorum radiorum pars rubra est. Idem vitrum per aliud viride inspectum *viride apparet*; radii enim rubri, quos copiosius reflectit, a vitro viridi absorbentur, quod ad oculum virides tantum exiguæ alicrum quantitati commixtos a vitro rubro reflexorum transmittit.

880. OBJECTIO V. Juxta Malebranchium colorum diversitas oritur a diversis *vorticillorum elasticorum*, quibus lux constat, vibrationibus. Vorticilli hi variis vibrationum gradibus aguntur & in directum, & circa proprium axem. Datus vibrationis gradus directæ, & circularis in his vorticillis rubri sensationem excitat: alius vibrationis gradus in his vorticillis omnino similibus, & homogeneis viridis sensationem parit; atque ita de ceteris. In quo ergo peccat simplex hoc, & ingeniosum systema?

RESPONSIO I. Colorum theoria necessario lucis theoriæ adnexa est. Si ergo Malebranchii de lucis natura, & propagatione sententia falsa est: secum & ejus de coloribus sententia ruat oportet. At re ipsa falsa est Malebranchii theoria. Quid enim fabulam sapit magis *hisce vorticillis, in quibus innumeri alii minores vorticilli rotantur*, rerum universitatem replentibus, & nihil vacuum, nisi forte infinite minimum, relinquentibus? Quid absurdum magis, quam lucis propagationem in lineam rectam repetere a vibrationibus vorticillis impressis, qui juxta theoriam motus, necessario quaquaversum aut moveri, aut ad motum niti debent, sicuti sonus, aqua, fluida omnia tum elastica, tum non elastica?

II. Juxta Malebranchium vorticilli lucidi a

ſole impulſi colorem habent uniformem: eandem quippe omnes vibrationis ſpeciem habent. Hi per priſma tranſeuntes diverſos colores induunt, quia diverſis tunc vibrationibus aguntur, unde a nonnullis habetur ſenſatio rubri, ab aliis flavi coloris, &c.

At enimvero quare radiorum faſciculus apte propagatus, & poſt refractionem longe collectus, iterum per priſma tranſeat, ſeu per plura primo ſimilia, non ut antea in plures colores dividitur, ſi radii rubri ejuſdem cum ceteris naturæ ſint, eandemque maſſam habeant, & figuram? Quare idem priſma, aut ſimilium priſmatum ſeries verticillis traijcientibus non, ut ante primam reflectionem, vibrationes diverſas celeritate, & directione imprimit recta, & circulari, in quibus per hunc auctorem colorum diverſitas ſita eſt?

881. OBJECTIO VI. Theoria noſtra divinæ auctoritati non ſatis conſona videtur. Legimus Geneſeos cap.4. Deum *prima die* lucem creaſſe, *quarta* vero ſolem, & ſtellas. Statuunt ergo ſacræ literæ, ut & Carteſius, veram inter lucem, & corpora lucida diſtinctionem. Non ergo lux eſt effluvium corporis lucidi, nec radii ab eo colorati erumpunt.

RESPONSIO. I. Sacræ literæ ſunt oraculorum omnium certiſſimum; aſt hoc oraculum, aliquando inſcitia perperam explicatum, phyſicam non reſpicit, quæ tota in ratione, & experientia verſatur.

II. Neque vero ardua res eſt Geneſeos verba noſtræ lucis theoriæ conciliare. Sicuti Creator terram prima die condidit, tertia die fæcundam effecit; ita dici poteſt, *prima die* lucis materiam creaſſe, quæ iners in rerum Chaos diffuſa perſtitit ad *diem quartam*; hanc vero illum a chaos ſegregatam in ſolem, & ſtellas conformaſſe, ac figuram, & motum ad lucendum opportunum indidiſſe.

Ter-

Terra ex ipſis ſacris litteris non niſi informe chaos prima die fuit: tertia die Creator illi formam, motum, actionem indidit, quibus fœcunda facta fuit. Pari modo lux *prima die* creata fuit, & eſſe cœpit; at in corpus lucidum non niſi *quarta die* conformata fuit, qua apto motu donata mundum illuſtrare cœpit.

III. Theoria hæc non modo ſacris literis non adverſatur, imo illis maxime conſentanea eſt. Eccleſiaſtes enim ſolem, magnificum hoc Omnipotentis opus, deſcribit veluti immenſam fornacem igneos radios perpetuo emittentem: *Fornacem cuſtodiens in operibus ardoris, tripliciter ſol exurens montes, radios igneos exſufflans, & refulgens radiis ſuis obcæcat oculos*. Eccl. c. 43.

882. NOTA. Qui cum nonnullis recentioribus phyſicis Carteſii, & Neutoni de luce ſyſtemata ſimul commiſcent, hi res inter ſe pugnantes, fabulam veritati conciliare ſe velle videntur. Conciliandi ſtudium in politicis, & in ſocietate maxime commendandum eſt: in phyſicis plærumque maxime abſurdum.

Colores in objectis coloratis.

883. Miræ illius colorum varietatis, quam in tribus ſuis regnis natura exhibet cauſa eſt radiorum diverſitas, quos objecta reflectunt, aut refringunt, ut jam oſtendimus. Explicandum modo eſt, quare objecta diverſo modo heterogeneas lucis partes reflectant, aut refringant, a quibus objecta diverſis coloribus pinguntur.

Valde primo veroſimile videtur, legem affinitatis ſimplicis, aut complicatæ inter quaſdam corporum ſpecies, & quoſdam radios intercedere, & ad colorem determinandum, quo objecta tincta apparent, plurimum conferre: eo enim colore objecta apparent, quem obtinent radii ab iis reflexi, nunquam illo, quem habent radii ab affinitate abſorpti. (877)

At sepofita modo hac corporum cum radiis affinitate; aliquam in ipso corporum textu colorum in his apparentium explicationem investigemus.

EXPLICATIO. I. Alibi observavimus corpora omnia innumeris poris scatere; atque hos, uti & partes, quibus separantur, in diversis corporibus esse figura, & magnitudine diversos (198). Facile hinc concipiemus, qua ratione interstitia hæc inæqualia, & dissimilia possint in quibusdam corporibus aditum negare quibusdam radiis, exempli gratia rubris, qui utpote crassiores minoribus poris inferi nequeunt, & alios radios absorbere, qui massa minores poros hosce ingredi possunt. Corpus hoc, puta purpura, cum aliquo radio ex aliis speciebus a suis partibus solidis reflexo multo majorem radiorum rubrorum copiam a partibus solidis, & a poris ipsis r flectet. Corpus hoc rubrum erit; quoniam radii rubri, quos reflectet, *præcipuam* in oculum *impressionem* facient, cui coloris illam efficientis perceptio adnexa est; atque hanc anima ad corpus refert hujus speciei radios reflectens.

II. Alibi ostendimus, neque hoc quispiam ignorat poros corporum non esse vacua perfecta, sed in iis diversæ speciei fluida contineri, puta aerem, ignem, vapores, materiam quamvis subtilem: ab his fluidis vero resistentiam opponi radiis ingredi nitentibus certum est. Facile hinc etiam intelliges, radios crassiores, adeoque majore vi motrice præditos, sibi viam per hæc interstitia, perque hæc fluida aperire posse; dum radii tenuiores, minorique vi motrice donati a fluidis ingredi prohibebuntur, & reflectentur. Corpus aliquod, exempli causa, viola interstitiis satis patentibus radios omnes admittet, violaceos reflectet, qui ut languidiores satis virium non habebunt ad fluidorum in interstitiis delitescentium resistentiam superandam. Corpus

hoc

hoc oculo violaceum apparebit; a radiis quippe violaceis præcipua impressio fiet.

III. Corpus, quod ratione interstitiorum, ac fluidorum duas, vel tres simul radiorum species reflectet, ceteras absorbens, oculo pingetur colore mixto, & composito, qui aliquid cuique radiorum reflexorum speciei commune habebit, a quibus simul conjunctis præcipua impressio fit.

IV. Corpus, quod ratione suorum interstitiorum, & fluidorum omnes radiorum species magna copia, & uniformiter reflectet, paucis dumtaxat ex quavis specie absorptis, peculiarem colorem non habebit: erit hoc corpus album: contra vero corpus magna copia, & uniformiter omnium specierum radios absorbens, paucis admodum ex singulis reflexis, nigrum erit.

V. Auri bractea tenuissima fenestræ exacte clausæ foramini apposita exterius visa flava videtur; radios enim tantum flavos ad oculum reflectit; interius visa viridis apparet; per sua quippe interstitia virides tantum radios transire sinit, quinque alias vero radiorum species absorbet.

Colorum metamorphoses.

884. OBSERVATIO I. Tribus modis corpora colorem amittunt, aut mutant; *interstitiorum mutatione*, quæ hiatum, aut figuram mutent; *substantiarum* in poris latentium *dissipatione*; *aliarum substantiarum* quarumcumque in hos poros *introductione*. Hinc ars pannos quovis colore tingendi.

I. Patet, hiatus, & figuræ in interstitiis mutationem in corporibus coloris mutationem parere posse: inde enim apta radios absorbere, aut reflectere ab ea specie diversos, quos antea absorbebant, aut reflectebant.

II. Substantiæ quædam, quas tinctura corporum interstitiis inserit, apta illa efficit ad peculi-

culiarem radiorum speciem reflectendam : hinc peculiaris in corporibus coloris species. Si substantiæ hæ, a quibus color, aut omnino, aut ex parte dissipentur, color ab ipsis ortus aut evanescit, aut diluitur. Si substantiæ hæ aut a natura, aut ab arte paratæ aliis misceantur, ibi, ubi mixtæ sunt, pannus diversum colorem obtinet, unde totidem in illo maculæ.

Cancri, paguri, aliæque crustaceorum species natura subvirides aqua elixi rubescunt; quænam phænomeni causa, nisi superficiei texturæ mutatio? Ignis, & aquæ vis quasdam substantias dissipat aptas radios rubros in externa eorum textura absorbere, & alias sufficit aptas hos eosdem radios, quum ex ebulliente aqua educti fuerint, reflectere.

885. NOTA. Columborum colla, panni quidam colores varios exhibent, nulla intima horum corporum mutatione: hoc tum reflexione, tum refractione fieri potest.

I. *Reflexione*. Columborum collum innumeris lamellis constat, & filamentis heterogeneis, quæ diversa radiis lucis positione in ipsa cadentibus, varias superficies illis exhibent poris, soliditate, figura; unde alternatim varios specie radios modo reflectere, modo absorbere possunt: hinc varii apparent colores pro varia objecti, aut oculi positione. Idem de pannis dicamus.

II. *Refractione*. Lamellæ, & filamenta hæc heterogenea partim a luce permeari possunt, partim non item; potest ergo illa oculus pro diversa sua, aut objecti positione videre modo per radios a solidis eorum partibus reflexos, modo, & partim per radios ab eorum poris exeuntes. Hinc diversa in oculo affectio, & diversus in objecto hanc producente color.

Bractea aurea, de qua supra (883) hinc flava apparet a luce reflexa, inde viridis a luce refracta: quare tenuissima plumarum superficies, quibus columborum colla convestiuntur, tenuissima

fima filamenta panni verficoloris parem reflexionem, & refractionem non efficiant?

886. ORSERVATIO II. *Quadam liquida fimul mixta* colorum metamorphofes obfervatione dignas exhibent.

Poculo infunde diffolutionem vitrioli igne ufti, aleri poculo gallarum quernarum diffolutionem: duo hi liquores inftar aquæ funt diaphani; eos fimul commifce: fiet liquor niger. Liquori huic affunde guttas aliquot aquæ fortis: color niger evanefcit, & liquor iterum fit diaphanus.

Alteri vitro cærulei coloris infufionem effunde: leniter cærulea apparebit: huic tantillum aquæ fortis immifce; illico cæruleus color in rubrum igni fimilem vertitur.

Violarum confectio affufo oleo tartari viridis evadit, admixta aqua forti rubra. Similibus methodis, quarum plurimas in Muffichembroekio, in actis Academiæ Florentinæ, in tranfactionibus philofophicis, aliifque phyficis, & chemicis operibus invenies colores corporum folidorum, & liquidorum infinitum mutari poffunt. Hæ colorum mutationes, quarum tantum genera indicabimus, quatuor præcipuæ funt.

I. A duobus achromaticis liquoribus fimul mixtis color probe faturatus enafcitur.

II. Additione liquoris achromatici color in alium omnino diverfum mutatur.

III. Liquor diaphanus, & achromaticus opacus fit, & coloratus, fi alteri quoque diaphano & achromatico liquori admifceatur. (*)

IV. Mixtura opaca, & colorata colorem, & opacitatem amittit addita exigua diaphani liquoris quantitate, qui tantum qualitates, quas deftruit, aptus affumere cenferetur.

(*) *Scire cuperem quid tertium hoc genus a primo differat.* Interpres.

887. EXPLICATIO. A principiis statutis hæ colorum mutationes sponte fluunt, ut in solidorum coloribus factum est (883, 884) Interstitiorum hiatus, & figura in liquidis mutata, quarundam substantiarum additio, aut dissipatio sive fluidæ illæ sint, sive solidæ, aptæ tamen alios radios absorbere, alios remittere mutationis colorum in liquidis causæ sunt. Peculiaribus phænomenis causas has sagax lector accommodabit. Satis erit animadvertere, liquida quædam quum commiscentur alia *componi*, alia *dissolvi*.

I. Liquores duo quum commiscentur aliquando simul affinitate conjunguntur: quælibet unius molecula alteri alterius moleculæ intime adhæret; hinc novæ in mixtura partes constituentes, & integrantes, quæ diversa ipsarum figura, & natura aptæ fiunt lucem reflectere, & refringere modo omnino ab eo diverso, quo liquorum partes separatæ ista præstabant.

II. Liquorum mixtura addito tertio liquore aliquando dissolvitur: liquor additus *præcipitantis* munus gerit (118) in mixtura illa, cujus partes constituentes segregat alterum principiorum præcipitans, alterum sibi jungens. Hinc quoque in liquore novæ partes integrantes diversis interstitiis distinctæ, diversoque interstitiorum ordine, unde diversam obtinent aptitudinem ad peculiarem radiorum speciem aut reflectendam, aut refringendam, aut absorbendam.

888. APPLICATIO. Natura ubique in suis productionibus perpulchrum colorum spectaculum exhibet quovis anni tempore, aliquando & in dies varium; permanens enim naturæ actio intimam rerum constitutionem continenter mutat, easque a statu ad statum transfert, ab ortu ad augmentum, ad maturitatem, ad caducitatem, ad dissolutionem. Hinc perpetua incujuscumque generis corporum interstitiis mutatio, aliis in illa substantiis sese inferentibus, aliis

liis evolantibus. Hinc *nova* a corporibus in dies *radiorum diversorum reflexio, & refractio*, unde perpetua colorum mutatio sequi debet.

Flos unicus plures simul diversas colorum species saepe ostendit ; ejus enim diversae partes, lamellae, filamenta, puncta interstitiis, fluidis, partibus constituentibus differunt. Floris pars solos radios rubros reflectere apta est, altera hos absorbet, virides remittit: ita de ceteris.

Aer, qui tanta copia mixtorum compositionem ingreditur, ad colorum qualitatem plurimum conferre videtur. Viridis color in agris & in hortis adeo oculo gratus aeri praecipue tribuendus videtur: plantae enim clausae illo carent ; & jam virides si vel paleis involvantur, vel terra obruantur, brevi colorem exuunt; ita enim in hortis albescit apium, cicorea, carduus.

SECTIO SECUNDA.

OPTICA IN GENERE; SIVE LEGES PROPAGATIONIS LUCIS.

889. DEFINITIO I. LUx a corpore lucido emissa mira velocitate vel movetur per medium uniformiter penetrabile, vel incurrit in corpus impenetrabile, vel a medio ad medium transit magis, minusque penetrabile.

In primo casu lux movetur per lineam rectam: *radius est directus*. In secundo radius post ictum ex elasticitate nova directione pergit; *radius est reflexus*. In tertio lux a medio ad medium transiens, puta ab aere ad aquam, aut vicissim, in novo medio pergit, sed a linea recta in puncto media separante recedit: *radius est refractus*.

Hinc tres physicae partes a legibus propagationis lucis exortae; scilicet *Optica* proprie dicta, quae radium directum considerat: *Catoptrica*, quae reflexum: *Dioptrica*, quae refractum.

Aliquando tres hæ disciplinæ communi *Optica* nomine vocantur: quo nomine generatim significatur scientia legum, quas lux in motu suo directa, reflexa, & refracta sequitur. Pulcherrima hæc disciplina est, geometriæ enim sociari patitur.

Radii paralleli, divergentes, convergentes.

890. DEFINITIO II. Radii lucis directi, reflexi, refracti sunt aut paralleli, aut divergentes, aut convergentes.

I. *Radii paralleli* dicuntur qui procedunt invicem æque distantes: hujusmodi ad sensum sunt duo solares radii per duo exigua foramina in clausum conclave admissi.

II. *Radii divergentes* sunt, qui procedunt perpetuo magis, magisque divaricati, uti C A, C R, C B. (*fig.* 13)

III. *Radii convergentes* dicuntur, qui magis, magisque invicem accedunt. Hujusmodi sunt radii R D, S D, T D, qui post punctum intersectionis D fiunt divergentes. (*Fig.* 21).

Corpora lucida, opaca, diaphana.

I. *Corpora lucida* sunt, quæ per se lucent, & vel inflammatione, vel intestina fermentatione lucem jaculantur. Hujusmodi sunt facula accensa, carbo ardens, sol, stellæ. Vermes lucentes, ligna quædam putrida in tenebris lucentia inter corpora lucida recenseri possunt.

II. *Corpora opaca* sunt, quæ per se non lucent, nec lucem transmittunt. Hujusmodi est luna, quæ lucem tantum a sole habet, & ad nos reflectit; metalla, terra, marmora, ligna, quæ lucem in ipsa aut a sole aut ab alio corpore lucido conjectam reflectunt, & hac ablata non amplius visibilia sunt.

III. *Corpora diaphana* dicuntur, quæ per se

non

non lucent, at lucem transmittunt. Hujusmodi sunt vitrum, aqua, aer, lapides dicti diaphani a διαφαίνω *transluceo.*

Corpora opaca, & diaphana non sunt lucida, sed *illuminata* quum corpus lucidum in illa radios jaculatur.

Puncta lucida, puncta illuminata.

892. NOTA. *Punctum lucens*, puta flamma candelæ, censeri debet centrum sphæræ, a quo quaquaversus per lineas rectas emanant radii divergentes *a b*, *a c*, *a d*, *a n*, *a f*, *a r*, *a u*, qui sunt veluti innumeri radii ducti a centro *a* ad quodvis punctum sensibile, in quo oculus statui possit. (*Fig.* 19).

Pari modo *quodvis punctum visibile corporis illuminati* censeri debet centrum sphæræ, a quo procedant innumeri radii divergentes a puncto *a* reflexi *a b*, *a c*, *a d*, *a n*, *a r*, *a v*; radii enim a puncto *a* reflexi punctum hoc illuminatum quavis ex parte visibile reddunt.

ARTICULUS PRIMUS.

OPTICA PROPRIE DICTA.

893. DEFINITIO. O*ptica* proprie *dicta* est scientia radii directi: hæc radium in mediis homogeneis motum considerat, in quibus nihil ejus directionem immutat; sive lux immediate a corpore lucido procedat, sive reflexa, aut refracta fuerit priusquam ad medium homogeneum pervenerit, in quo ejus motus consideratur.

Optica suas leges habet, quas facile est cognoscere, & opportunum explicare: eas in radio extra oculum, & in oculo considerabimus.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

RADIUS DIRECTUS EXTRA OCULUM.

894. L*ucis propagatio est successiva*. (*Figur.* 23).

EXPLICATIO. Hoc significat lucem aliquod tempus impendere, ut ab objecto, a quo emanat, aut reflectitur, ad oculum feratur. Exempli causa, lux a sole ad nos septem, aut octo minutis advenit; quam stellæ jaculantur, si nullo obstaculo eadem, qua solaris, velocitate pergat, ad nos non adveniet nisi plures menses, aut annos postquam a stella excesserit, pro varia stellæ hujus distantia.

DEMONSTRATIO. Astronomicis observationibus constat, Jovem quinque satellites seu lunas habere, quæ circa hunc planetam convertuntur, ut luna circa tellurem, ad diversas ab ejus centro distantias. Satelles Jovi propinquior, *primus ejus satelles*, quem unicum modo attendimus, revolutionem suam circa suum planetam complet horis ferme 42 cum dimidia; & in quavis revolutione eclipsim subit per Jovis umbram transiens. Quamobrem quum ejus eclipses sint periodicæ, notum est momentum, quo ex umbra emergere debet post quamvis eclipsim. His positis sit S sol in centro systematis nostri planetarii; R T D V orbita annua telluris circa solem; Z I Y X orbita Jovis circa solem; *m n r* orbita primi ejus satellitis circa suum planetam I.

I. Tellus sit in T; Jupiter perigæus in I. Post quamvis revolutionem horarum ferme $42\frac{1}{2}$ conspicitur satelles *n* ab umbra I*n* emergere; & si tellus semper esset Jovi æque proxima, sa-

satellitis *n* emersiones semper contingerent post idem intervallum horarum ferme 42 $\frac{1}{2}$.

II. At quum tellus orbitam suam TDVR, anno percurrat, Jupiter vero annis ferme duodecim suam, quæ major est, IYXZ; postquam tellus Jovi proxima fuit in T, successive a Jove, qui lentius movetur, recedit. Postquam Jupiter fuit perigæus tandem fit apogæus, quum ipse scilicet est in I, tellus in V. At vero Cassinus, Romerus, Hallejus, aliique astronomi complures observarunt, satellitis emersiones non uniformiter horarum 42 $\frac{1}{2}$ contingere, sed magis, magisque retardari a tempore Jovis perigæi ad tempus apogæi; adeo ut quæ emersiones contingebant post horas 42 $\frac{1}{2}$ posito Jove in I, tellure existente in T, non contingunt nisi post horas 42, & minuta 44 ferme, Jove existente in I, tellure in V. Jam in D emersiones contingunt septem minutis serius quam in T, & in R septem minutis ocius, quam in V.

Ex his observationibus sequitur, lucis propagationem esse successivam. Etenim primo, *si lucis propagatio esset instantanea*, evidens est, radium reflexum a satellite *n* quo temporis momento ex umbra emergit nos perculsurum, nulla acceleratione, aut adventus sui retardatione, sive tellus esset in T prope Jovem, sive in V a Jove procul; nequit ergo lucis propagatio dici instantanea. Deinde, *posita successiva lucis propagatione*, evidens est, radium a satellite reflexum quo momento ex umbra emergit, minori tempore indigere, ut transeat ab *n* in T, quam ut feratur ab *n* in V. Posita ergo successiva lucis propagatione apte explicabitur phænomenon nulla ratione explicandum in quavis instantaneæ propagationis hypothesi. Ergo lucis propagatio re ipsa est successiva.

III. Ex fixarum etiam aberratione (1331), successiva lucis propagatio demonstratur; hoc enim phænomenon posita successiva lucis pro-

pagatione facile explicatur; nullo modo vero, ſi ponatur inſtantanea. Ergo lucis propagatio, ut ſoni, caloris, odorum, fluidorum omnium, a phænomenis ſucceſſiva demonſtratur, ut jam per hos dies aſtronomi, & phyſici omnes norunt. Q. E. D.

Lucis velocitas.

895. OBSERVATIO. Quum radius a T V a ſatellite ex umbra emergente reflexus pertingat in V quatuordecim aut quindecim ferme minutis ſerius, quam in T; & ſpatium T V in maxima eclipticæ amplitudine R T D V ſumptum duplum ſit diſtantiæ telluris a ſole, ſequitur, *lucem ſeptem minuta cum dimidio impendere, ut a ſole ad tellurem adveniat.*

I. Hic ſupponimus, lucem tum directam, tum reflexam moveri velocitate ad ſenſum uniformi; nec ratio ulla huic hypotheſi adverſatur. Lux reflexa ex perfecta ſua elaſticitate poſt incurſum eandem ipſam motus quantitatem habere debet, quam antea; eandem ergo velocitatem habere debet.

II. Hic quoque ſupponimus, lineam T V eclipticæ diametrum referre, ſive maximam rectam, quæ a centro ſolis ad duo oppoſita eclipticæ R T D V puncta duci poſſit.

III. Non omnes aſtronomicæ obſervationes in ipſa ſatellitis retardatione ex umbra emergentis conſentiunt a Jove perigæo ad apogæum. Omnes tamen in vera, & non exigua retardatione conſentiunt, quæ a perigæo ad apogæum perpetuo creſcit, deinde ab apogæo ad perigæum pari modo decreſcit. Potior aſtronomorum pars retardationem maximam ſtatuit minutorum 14 aut 15, unde ſeptem, aut octo minuta requirit ſpatium T V, quod diſtantiæ telluris a ſole ferme æquale eſt.

IV. Quum jam conſtet, ſeptem minuta cum dimidio in hoc ſpatio percurrendo lucem impendere, ſive ſecunda 450; ſpatium hoc vero ſit

ſal-

faltem leucarum communium 28000000 (1221); diviso numero hoc per 450 invenies, lucem quovis secundo percurrere leucas saltem 62222. Major quoque erit hæc lucis velocitas quinta parte, si terra a sole distet leuçis 34000000, ut recentes astronomicæ observationes innuunt. (1221. III.).

896. NOTA. Si supponamus, ut multo verosimiliter licet, stellarum lucem eadem velocitate, qua solaris, moveri, patet, immensam stellarum distantiam longissimum tempus postulare, ut inde ad nos veniat. Quidam astronomi calculo invenerunt, radium, quo nunc stella omnium proxima in oculo meo pingitur, ab hac stella erupisse a mensibus sexdecim, aut septemdecim (1334). Si stella hæc errans esset, ut planetæ, illam aliquando ad ortum viderem, quum re ipsa ad meridiem esset, aut ad occasum, aut ad nadir.. At quum ad sensum fixa sit, & in eodem cæli puncto immobilis; nihil interest, utrum radius, quo illam video, ab ipsa eruperit a nonnullis minutis, aut ab annis. Radius hic quocumque tempore jaculatus eandem in oculum impressionem facit, & me determinat ad stellam ad illum locum referendam, in quo ipse ab illa emissus fuit.

LEX SECUNDA.

897. *Lux directa, seu reflexa in eodem medio lineam rectam affectat* (*Fig.* 19.).

DEMONSTRATIO. Jam vidimus, radios a corpore lucido emissos, sive ab illuminato reflexos imitari radios sphæræ, cujus centrum esset punctum lucens, aut illuminatum (892). Reliquum est, ut ostendamus, radios hos a linea recta non divertere.

I. In conclavi optime clauso abaco impone candelam accensam, cujus radios pro libito charta MN intercipies, in qua erit exiguum fora-

men

men *n*. In quovis conclavis puncto oculus lucem a candela emissam excipiet, modo foramen sit in recta ab oculo ad flammam ducta; quum vero foramen non amplius in hac recta erit, oculus flammam videre cessabit. Oculus lucem semper excipiet per rectam *ang*, *afh*, nunquam per curvam, aut angularem. Ergo in medio homogeneo, ut in aere, lux a corpore lucido emissa non nisi per lineam rectam procedit.

II. In conclavi optime illuminato eandem candelam extinctam colloca, quam non nisi per radios ab ipsa reflexos videre potes. Ejus apicem *a*, exempli gratia, videbis ab omnibus circum quaque punctis, modo nullum opacum corpus in recta sit ab oculo ad apicem *a* ducta: at apicem, posito in hac linea corpore opaco, non amplius videbis. Ergo lux a corpore opaco reflexa, ut & a lucido emissa, in eodem medio lineam rectam sequitur.

Hac lege innituntur geometria practica, & ars venatoria. Geometra diop ras, venator fistulam dirigens supponunt radium visivum, qui ipsis regula est, recta procedere ab objecto, in quod collineant, ad oculum. Rei effectus veritatem principii, quo innititur, demonstrat.

III. Lucis motus per rectam in eodem medio generali motus theoriæ maxime conformis est; hac enim corpus in motu positum eandem velocitatem, & directionem, qua cœpit, servare debet, donec a nova causa non mutetur (307); atqui in eodem medio homogeneo lux nullam offendit causam, a qua ejus velocitas, aut directio mutetur; pergere ergo debet moveri, ut cœpit, & per eandem rectam; semper enim motus incipit per rectam (308). Q. E. D.

LEX

LEX TERTIA.

898. *Lux a puncto radiante, aut reflectente recedens densitate decrescit in duplicata ratione inversa distantiarum a puncto radiante, aut reflectente.* (*Fig.* 13).

DEMONSTRATIO. I. Lux a puncto radiante, aut reflectente recedens divergit radiis CA, CR, CB ab eodem centro C venientibus. Atqui patet, nequire ita divergere, quin densitatem imminuat quo magis a puncto C recedit, & a minori spatio per majus diffundatur.

II. Hæc densitatis imminutio est quadrato distantiæ a puncto radiante, aut reflectente proportionalis. Quum enim lux ita divergat, quælibet sensibilis lucis portio a puncto radiante recedens fit conus lucidus, cujus vertex est punctum radians, basis vero eo major fit, quo magis a vertice recedit (*Fig.* 17).

Sit A punctum radians, FAG conus a radiis divergentibus effectus; BC charta ad varias distantias a puncto A cono lucido objecta, in hoc pingi videbimus circulos lucidos BC, DE, FG, eosque eo majores, quo magis ab A charta removebitur.

Patet, lucem omnem, quæ est in circulo FG, antea fuisse in circulo DE, in alio BC, & in puncto A. Patet, lucem successive hæc spatia illustrantem A, BC, DE, FG eo rariorem esse, quo in majus spatium diffusa est. Spatia hæc ergo invicem comparanda sunt, ut lucis illa illustrantis rarefactionem æstimemus.

Sit itaque primi circuli distantia BC a puncto radiante $= 1$: alterius circuli DE $= 2$ tertii circuli FG $= 3$: dico, lucis densitatem in primo circulo fore $= 1$, in altero $= \frac{1}{4}$, in tertio $= \frac{1}{9}$; quæ est ipsa duplicata inversa ratio distantiarum. Jam vero primum circulos BC, DE invicem comparemus. Quum triangula BAC, DAC

DAC sint similia, eorum latera homologa BC, DE, quæ sunt illorum circulorum *diametri*, sunt inter se ut bases AC, AE, sive ut distantiæ illorum circulorum AM, AN a puncto A (*Math.* 403): ergo diametri BC, DE sunt inter se ut 1 ad 2. Atqui circuli sunt inter se ut quadrata diametrorum (*Math.* 501); ergo circulus BC est ut quadratum 1=1, & circulus DE ut quadratum 2=4. Ergo lux est quater minus densa in circulo DE ad distantiam 2, quam in circulo BC ad distantiam 1.

Eadem ratione lux est novies minus densa in circulo FG, quam in circulo BC; quum enim diameter FG sit tripla diametri BC, circulus FG novies major eandem tantum lucem habet, qua circulus BC novies minor illustratur. Lux ergo a puncto radiante, aut reflectente recedens densitate decrescit in duplicata inversa distantiarum ab hoc puncto ratione. Q.E.D.

899. COROLLARIUM I. *Ad quandam distantiam objecta radiantia, aut illuminata tandem invisibilia fient.* Lux enim magis magisque pro aucta distantia rarefacta non amplius densitatem, & vim habebit ad sensibilem in oculum impressionem faciendam.

900. COROLLARIUM II. *Lux a sole erumpens densissima esse debet.* Ad tercenties enim centena leucarum millia postquam plurimum divisa, & rarefacta jam est, adhuc tanta vi nos percellit.

LEX QUARTA.

901. *Lucis radii innumeris modis decussantur, quin perturbentur* (*Fig.* 21.).

DEMONSTRATIO. Sit ABC fenestra clausa in qua tria foramina cylindrica aperta sint, per quæ ope trium speculorum planorum exterius positorum tres solares radii introducantur. Fo-

ramini A vitrum planum rubrum applicetur, quod solos radios rubros transmittet: foramini C vitrum viride, quod solos virides radios transmittet; foramen B nullum vitrum, aut achromaticum tantum habeat, ut septem radiorum species simul mixtæ, sicut a sole veniunt, libere transire possint. Ita tres hi radii dirigantur, ut decussentur, & secentur invicem in puncto D antequam charta alba E F G excipiantur.

EFFECTUS. Radius ruber A R D circulum rubrum pingit in G; radius viridis C T D circulum viridem in E; radius integer B S D circulum album in F. Tres hi radii etsi invicem decussati, & intersecti in D a recta via non recedunt, & singuli seorsim terminum petunt, ubi singuli proprium effectum pariunt perinde, ac si invicem a nullo alio radio intersecti fuissent. Lux ergo decussari potest nulla nec directionis, nec effectus mutatione (863). Q.E.D.

902. NOTA. Loco chartæ E F G sit retina sentiens, & animata (*Fig.* 21, 31).

I. Tres hi radii tres retinæ distinctas impressiones facient ad tria omnino distincta puncta E, F, G. Oculus tres simul distinctas, & diversas imagines habebit.

II. Si ad punctum D posita esset lens opportuna, tres coni lucidi *o* G, *m* E, *n* F in conos inversos ad puncta E, F, G pertingerent, ubi singuli imaginem multo vividiorem pingerent: imago ab horum conorum verticibus picta rubra esset in G, alba in F, viridis in E.

III. Si tres hi radii tria diversa corpora referrent, superior A R taurum, inferior C T aquilam, medius D S turris summitatem; taurus pingeretur inferius in G, aquila superius in E, turris summitas media in F.

Um-

Umbra.

903. DESCRIPTIO. Umbra est lucis privatio, seu magna imminutio a corporis opaci interpositione orta.

I. Quum globus lucidus S (*fig.* 18.) *æqualis est globo opaco*, quem illuminat, hujus umbra est cylindrus infinitus C A B D, cujus diameter diametro globi opaci æqualis est. Radii siquidem R A, V B ab extremitatibus corporis lucidi profecti & secus opaci extremitates excurrentes sunt paralleli, & æquali semper inter se distantia pergunt. Sunt hi tangentes diametri A B: arcus illuminatus A T B arcui umbroso A M B æqualis est.

II. Quum globus lucidus (*Fig.* 14) *minor est opaco* illuminato, hujus umbra est conus truncatus *c a b d* in infinitum crescens quo magis a globo opaco recedit. Radii siquidem *r a*, *v b* ab extremitatibus corporis lucidi profecti, & radentes extrema corporis opaci divergunt in infinitum. Radii hi *r a*, *v b* sunt tangentes non diametri globi opaci, sed radiorum *t b*, *t a* ejusdem globi: arcus illuminatus *a n b* minor est umbroso *a m b*.

III. Quum globus lucidus (*Fig.* 16) *major est opaco* illuminato, hujus umbra est conus *a d b*, cujus basis insistit corpori opaco, vertex *d* est in recta centra globorum conjungente. Radii enim R *a*, V *b*, qui ex corporis lucidi extremis secus extrema opaci pergunt, convergentes sunt, & invicem perpetuo accedunt, quo magis ab origine recedunt: concurrere ergo debent ad aliquod punctum D, ubi eorum lux sensibilis fiet, & umbra terminabitur. Radii hi sunt tangentes non diametri globi opaci, sed radiorum *t a*, *t b* ejusdem globi: arcus illuminatus *a g b* major est arcu umbroso *a h b*.

In primo casu globus lucidus ipsam dimidiam opa-

opacam superficiem illuminat; in secundo minus dimidia; in tertio plusquam dimidiam.

904. NOTA. Quum *nihil sine luce videatur*, corpus omni luce destitutum videri nullo pacto posset. Corpus in arboris, aut domus umbra situm visibile fit a radiis in illud ab ambientibus corporibus reflexis, quos ipsum ad oculum reflectit. Luna in eclipsi totali fit visibilis a solis radiis in athmosphæra terrestri refractis, qui in umbrosum terræ conum inclinantur, in lunæ in hoc umbroso cono positæ superficiem incidunt, ab hoc ad terram reflectuntur, ubi oculo excepti atram lunæ imaginem pingunt.

§. II.

RADIUS DIRECTUS IN OCULO, SIVE PRINCIPIA DE VISIONE.

905. OBSERVATIO. LUX oculum intrans varias refractiones subit, de quibus alibi. In oculo itaque (*Fig.* 30.) consideramus tantum pupillam P, quam ut foramen tantum habebimus, involucris refringentibus destitutam, & *retinam r R r*, sive involucrum fibrosum, quod infimam oculi cavitatem efficit, & quam radii per pupillam admissi feriunt.

906. DEFINITIO. *Visio* est actus animæ, quo objecti figuram, & locum præsentem habet ex impressione in oculum a luce ab objecto emissa, vel reflexa.

I. *Visio distincta est* quum quælibet objecti pars seorsim in retina pingitur propriis, & peculiaribus suis lineamentis ab aliarum partium propriis lineamentis separatis.

II. *Visio confusa est* quum objectorum imagines male in oculo pinguntur, & quum plures non

non exiguæ objecti ptrtes in eodem oculi puncto pictæ singularum imagines in unam confundunt.

A X I O M A.

907. *Objecta sensibilia suas imagines in oculo pingunt; & visio distincta a distincta objectorum imagine in retina pendet.*

Ad axiomatis veritatem illustrandam duo afferemus experimenta, quorum alterum erit artificialis oculi imitatio, altera naturalis visionis descriptio.

Oculus artificialis.

908. EXPERIMENTUM I. Sit A B pixis lignea rotunda diametro trium, aut quatuor pollicum duobus rotundis foraminibus e diametro pertusa (*Fig.* 22).

Foramen B diametro ferme pollicis, & dimidii charta oleo illita obtegitur. Foramen A tubum cylindricum admittit diametro unius pollicis, & pollicem longum, qui interius infundibuli instar dilatatur, & in arctiore extremitate lentem vitream habet, cujus focus distat proxime quantum charta oleo illita; quæ acurata distantia facile obtinetur tubum A aliquantum admovendo, aut removendo.

EFFECTUS. Si tubus A foramini in fenestra exacte clausa applicetur, & ad objectum convertatur probe illuminatum distans passus tantum triginta, aut quadraginta: hoc objectum M N apparet in charta B suis coloribus pictum; sed inversum. Pars objecti suprema infimum in charta locum tenebit, infima supremum, dextera sinistrum, sinistra dexterum.

Pixis A B est oculus artificialis, cujus artificium jam præcedente paragrapho indicatum (902) in sequentibus fusius explicabitur.

Ocu-

Oculus naturalis.

909. EXPERIMENTUM II. In feneſtra exacte clauſa ſit exiguum foramen circulare, cui oculus vitulinus applicetur ita ut pupilla exterius ſit, retina interius. Retina hæc externis integumentis a perita manu exuenda eſt, ne quid quæ in oculo contingent videri vetet.

EFFECTUS. In hoc oculo naturali, atque in hac retina diſtincte pictas videbis imagines plurium objectorum propinquorum, quæ probe illuminata radios ſuos per pupillam ad retinam tranſmittere poſſunt. (*fig.* 29, 31)

I. In hoc oculo naturali, ut in artificiali, de quo ſupra, objectorum imagines ſunt inverſæ: exempli gratia, imago hominis in via ambulantis pedes habet ſupra, caput infra: manus læva ad dexteram eſt, dextera ad lævam. At quælibet imaginis pars accurata proportione, & propriis coloribus picta eſt.

II. Quo magis homo recedit, hæc ejus imago in oculi vitulini retina picta minor fit; & imaginis altitudo, & latitudo eadem proportione decreſcunt, qua diſtantia creſcit (*fig.* 24): quare imago hominis 20 paſſus diſtantis eſt ut 1: diſtantis 40 paſſus eſt ut $\frac{1}{2}$; diſtantis 60 eſt ut $\frac{1}{3}$; diſtantis 100 eſt ut $\frac{1}{5}$; atque ita porro, donec objectum adeo diſtet, ut ejus imago tota in unicum retinæ punctum colligatur, ubi non amplius viſibilis eſt.

Diverſæ imaginum in oculo diametri ab objecto ad varias parum diverſas diſtantias effectæ re ipſa, & geometrice decreſcunt in ratione aliquantum minore, quam in inverſa diſtantiarum, & reciproce; at hæc diverſitas etiam in minoribus diſtantiis oculo percipi nequit. Diverſitas hæc magis magiſque minuitur, quo magis diſtantiæ creſcunt, ita ut in magnis diſtantiis infinite minima fiat, adeoque & geometri-

ce

ce nulla (*a*). Quare *diametri imaginum ejusdem objecti in oculo* successive positi in A B, in C D, in E F *sunt semper ad sensum in ratione inversa distantiarum*.

III. Objecta, quæ in oculo pinguntur, semper intra angulum rectum *a* P *b* (*fig*. 30) continentur a duabus lineis *r a*, *r b* ab extremis retinæ *r* R *r* per extrema pupillæ ductis. Objecta oculo extra hunc angulum rectum adversa imaginem suam in retina *r* R *r* non pingunt; eorum enim radii per pupillam P in retinam cadere non possunt, illamque afficere (*b*). Hinc apparet cur quidquid uno intuitu videmus passim intra angulum rectum *a* P *b* contineatur.

Visio.

910. EXPLICATIO. Sit sagitta A D B oculo exposita; Dico illam in retina *a b c* inversam pictum iri. (*fig*. 29)

I. Punctum quodvis illuminatum, aut radians est veluti centrum sphæræ, a quo innumeri radii divergentes recta veniunt, per quos punctum hoc ad diversas distantias fit visibile (892). Atqui puncta A, D, B sunt illuminata: ergo qua-

---

(a) *Rem hic auctor sumit lato modo; neque enim ista diversitas vere infinite minima est, & stricto sensu geometrice nulla, nisi in distantia re ipsa infinita*. Interpres.

(b) *Quod hic asserit auctor noster non ita certum est. Amplitudo visionis pendet a pupillæ dilatatione, quæ tanta esse potest, ut angulum recto majorem admittat. Radiorum in oculo intersectio, ut in figura exhibetur arbitrio artificis, non naturæ lege effecta est. Volfius, qui in sua opticâ id ipsum asserit, solida demonstratione id non confirmat*, Interpres.

quaquaverſus radios divergentes reflectunt aptos illa in oculo pingere, & ſenſibilia efficere.

II. Ex radiis omnibus divergentibus A*m*, A*n*, A*g*, AC a puncto *a* reflexis unicus radius AC pupillam C ingreditur, & retinam in *a* percellit. Pari modo ex omnibus radiis a punctis D, & B reflexis radii tantum DC, BC pupillam intrant, & retinam in *d*, & *b* afficiunt.

III. Quum radii lucis aut a corpore radiante ejecti, aut ab illuminato reflexi in eodem medio ſemper recta pergant (897); patet, radium AC a ſuperiore objecti parte reflexum inferiorem retinæ partem *a* affecturum; radium BC ab inferiore objecti parte reflexum ad ſuperiorem retinæ partem perventurum in *b*: radium DC ab objecti parte media reflexum in retinæ medium *d* caſurum: ceteros radios a ſucceſſivis objecti punctis reflexos impreſſionem retinæ facturos eo inferius, quo a ſuperioribus partibus advenerunt, & reciproce: radios ab objecti parte dextera venientes, in retinæ ſiniſtram caſuros; atque ita porro de ceteris. Ergo *imago ab his radiis retina impreſſa inverſa erit*; ut in oculo artificiali, & naturali videmus.

IV. Si objectum ADB variis coloribus diſtinctum eſt, quodvis objecti punctum in retina proprio colore pingetur. Si punctum A objecti rubrum ſit radios rubros tantum reflectit; ergo radius ruber AC punctum rubrum pinget in *a*. Si punctum B objecti violaceum ſit, violaceos tantum radios reflectet; ergo punctum violaceum radius violaceus BC pinget in puncto *b*. Si punctum D objecti viride ſit, tantum radios virides reflectit; ego radius viridis DC punctum viride pinget in *d*. Quare *tota imago* adb *omnes reſpective objecti ADB colores referet*.

V. Quo magis objectum AB ad oculum accedit, imago major ſit, & quo magis objectum recedit minor ſit. Radii quippe AC, BC ab objecti extremis profecti angulum BCA eo acu-

tiorem efficiunt, quo objectum remotius est, eo minus acutum, quo propinquius. Quum objectum A B accedit, angulus *b* C *a* dilatatur, & imago *adb* augetur. Quum objectum A B recedit, angulus *b* C *a* minuitur & secum quoque imago *adb*. Quum objectum A B remotissimum est, angulus A C B, & sibi æqualis *a* C *b* velut infinite parvi sunt: imago *ab* huic angulo inclusa fit veluti infinite parva, adeoque insensilis.

VI. Hic incidenter tantum monebimus, quamlibet exiguam imaginis partem non ab unico radio pingi, sed a fasciculo radiorum divergentium M A N, M D N, M B N (*fig.* 31); qui in oculi humoribus, & involucris refracti in oculo fiunt convergentes, & coni sui apice varia retinæ puncta *a*, *d*, *b* afficiunt. Ex hoc in idem oculi punctum concursu eorum impulsus in puncta *a*, *d*, *b* nitidam & distinctam objecti reflectentis imaginem pingit. (1040)

Objectorum imagines.

911. OBSERVATIO. Imagines ab objectis in imo oculo pictæ nihil esse videntur præter quandam lucis, umbræ, & alicujus radiorum speciei quantitatem, puta rubrorum, aut flavorum in varia retinæ puncta incidentium. At enim vero etsi qua ratione imago isthæc in oculo piagatur ignoraremus; experientia tamen constat, & observandum est,

I. *Radios a corpore lucido emanantes ejus imaginem in retina pingere, quum directi veniunt nulla reflexione, aut refractione atque ita commixti, ut ab objecto procedunt.* Exempli gratia, radii a sole, aut a facula emissi, solis, & faculæ imaginem in oculo pingunt, quum directe ab his corporibus oculus eos excipit.

II. *Radios a corpore lucido emissos ejus imaginem etsi paulo languidiorem adhuc in oculo, &*

colo-

colores pingere; quum post reflexionem a superficie plana ad oculum adveniunt eodem ordine, atque ita commixti, ut a corpore lucido processerunt. Exempli causa, radii a sole, aut a facula emissi, & a speculo plano ad oculum reflexi, non corporis reflectentis, sed illos emittentis imaginem pingunt.

III. *Radios a corpore lucido emissos ad oculum pervenientes postquam in superficiem incurrerint, a qua dividuntur, & disperguntur quaquaversum corporis reflectentis imaginem in oculo pingere.* Exempli causa, radii solis in ædificii asperam frontem incidentes, inde dispersi, & reflexi, in retina non solis, sed ædificii, a quo reflectuntur imaginem, & colores pingunt.

IV. *Radios a corpore illuminato reflexos corporis reflectentis imaginem in oculo pingere quum eodem ordine adveniunt, quo a puncto reflectente recedunt:* Sive directe, nulla reflexione, oculum ingrediantur, sive a plana, & lævigata superficie reflexi, a qua ordo non immutatur, quem in prima reflexione obtinuerunt. Exempli causa, oculus N O æque sagittæ A B (*fig.* 42) imaginem, & colores excipit a radiis immediate a sagitta reflexis, atque ab iis, qui a sagitta profecti in speculo plano R Z iterum reflectuntur.

V. *Radios a corpore illuminato reflexos in oculo ejus imaginem, & colores non pingere, quum adveniunt ad oculum post aliam reflexionem ab altera rudi superficie, a qua dividuntur, & disperguntur;* unde ordo mutatur, quo a primo corpore reflectente processerant. Exempli gratia radii a sagitta A B profecti sagittam in retina non amplius pingent, si adveniant postquam ab æde proxima R Z reflexi, & dispersi fuerint.

AXIOMA II.

912. *Quodvis objecti lucidi, aut illuminati*

punctum videmus in axe coni lucidi externam oculi superficiem afficientis quo momento imago in retina pingitur.

EXPLICATIO. Experientia facile axiomatis veritas patebit. (*Fig.* 13.)

I. Sit punctum lucidum C: punctum hoc videmus in recta RCD axe coni lucidi ACB a puncto C emissi, & oculum AB ferientis. Ita si punctum C valde sensibile sit, probe illuminatum, & parum distans, illud videmus in recta RCD axe coni lucidi ACB ab hoc puncto reflexi, & oculum AB ferientis.

Quum punctum radians, aut illuminatum parum distat, distantiam RC proxime æstimamus quam referimus ad punctum concursus linearum convergentium AC, BC, a quibus conus lucidus oculum feriens circumscribitur. At quum punctum hoc ab oculo remotissimum est, angulus ACB est veluti infinite parvus: tunc quum lineæ AC, BC sint ad sensum parallelæ, de puncto concursus judicium ferre nequimus. Tunc tantum objectum C in axe RCD coni lucidi ad indefinitam distantiam esse statuimus. Hac ratione planetarum, ac stellarum distantiam non distinguimus, quæ corpora ad imaginarium firmamenti punctum æque referimus.

II. Sit sagitta ADB (*Fig.* 31): punctum A videmus in axe coni lucidi NAM; punctum B in axe coni lucidi NBM; punctum D in axe coni lucidi NDM. Punctum A, exempli causa, nobis eo remotius videtur, quo longius ab oculo lineæ MA, NA junguntur; & reciproce idem punctum A eo propinquius videtur, quo oculo propinquius lineæ MA, NA concurrunt. Hinc est, quod in eodem valde illuminato, & parum distante puncta aliqua judicamus magis remota, alia minus, ut re ipsa sunt.

III. Sit alia sagitta AB lucem per speculum planum RZ reflectens in oculum NO (*Fig.* 42). Punctum A in speculum remittit conum lucidum

dum *nAm*, qui in oculum reflectitur directione *n*N, *m*O: oculus quo instante percellitur a cono lucis truncato *n* N, *m* O punctum A videt non in A, sed in *a* in axe coni lucidi N*na* *m*O post speculum. Pari modo punctum lucidum B in speculum remittit conum lucidum V B S, qui in oculum reflectitur directione *v* N, *f*O: oculus a cono lucis truncato *v* N, *f*O affectus imaginem obtinet puncti B, quod videt non in B, ubi re ipsa est, sed in *b*, ubi non est, semper in axe coni lucidi, a quo afficitur

IV. Ex his observationibus sequitur, *nos semper objecta videre ea directione, quam lux tenet quo instante oculum afficit*: quæcumque directio sit, quam lux hæc antea sequuta fuerit: non enim oculum afficit, nisi postrema sua directione, qua oculum ingreditur.

Valet eadem lex in corporibus omnibus organa nostra afficientibus: hoc ostendit, hanc re ipsa esse *natura legem*, non hypothesim ad phænomena explicanda pro libidine excogitatam. Nos ex genere causam nostrarum sensationum semper ad lineam referimus, quam corpus sensationem efficiens in suo motu sequutum est. Exempli causa, judico corpus sonorum mihi dexterum esse ex impulsu hac directione in aurem; corpus odorum esse mihi sinistrum ex impressione inde in nares adveniente. Pari modo cæcus hyeme rigida in amplum conclave ductus, in quo focus bene ardens est, quem non videt, ad ignem dirigitur ab igneis corpusculis, a quibus no scit, se, ut ad ignem accedat, illuc gressum dirigere debere, unde sensatio advenit.

913. COROLLARIUM I. Etsi objectum inversum in oculum pingatur, rectum tamen videri debet. (*Fig.* 29, 31)

EXPLICATIO. Quum objecta semper videamus in lucis directione quo momento in oculum impressionem facit, & imaginem in illo pingit, patet, punctum *a* imaginis inversæ vi-

deri debere in A, punctum *b* in B, punctum *d* in D; partem imaginis *a d b* sinistram visum iri ad dexteram objecti A D B; atque ita de ceteris. Ergo etsi imago objecti in oculo inversa sit, objectum tamen rectum videri debet.

914. COROLLARIUM II. *Idem objectum eo remotius, & minus clare videri debet, quo radii aut emissi, aut reflexi longius iter fecerunt divergentia non mutata, antequam ad oculum pertingerent.* (*Fig.* 32)

EXPLICATIO. Quum unico oculo objectorum distantias æstimare possumus, objecta videmus in puncto, ad quod concurrunt lineæ convergentes A S, B S coni lucidi A S B oculum A B afficientis (912). Hinc sequitur,

I. Oculum in A B visurum objectum S in puncto S ad quod concurrunt linæ convergentes A S, B S descriptæ a radiis conum lucidum A S B circumscribentibus.

II. Eundem oculum in C D ad duplam distantiam visurum objectum S in puncto S, ad quod concurrunt lineæ C S, D S conum lucidum C S D circumscribentes, cujus basis oculo insistit. Lineæ C S, D S dimidio minus convergunt, quam lineæ A S, B S. Quum distantia C D distantiæ A B æqualis sit, lineæ C S, D S concurrere debent ad duplam distantiam concursus linearum A S, B S.

III. Eundem oculum positum in F G ad triplam distantiam visurum objectum S ad distantiam triplam, nempe in puncto S, ad quod concurrunt lineæ convergentes F S, G S conum lucidum F S G circumscribentes, cujus basis semper æqualis eidem oculo F G insistit.

IV. Oculum in A B affectum iri luce quadruplo intensiore, quam in C D, noncuplo intensiore, quam in E G; atque ita porro in infinitum. Densitas enim lucis est in duplicata inversa ratione distantiarum. (898)

An-

Anguli optici.

915. DEFINITIO. *Angulus opticus* (*Fig.* 29) dicitur angulus A C B verticem habens in centro Pupillæ, & a radiis ab extremis objecti A B Procedentibus A C, B C effectus. Huic angulo optico extra oculum æqualis est in oculo ad verticem oppositus *a* C *b* imaginem *a d b* in oculo complectens.

Angulus opticus A C B lineam dumtaxat AB complecti potest: tunc duobus tantum radiis constat AC, BC. Quum solidum quodvis complectitur (*) hic angulus constat radiis ab omnibus corporis lucidi, aut illuminati extremis provenientibus.

916. LEMMA. *Si objectum A B semper inclusum duabus lineis indefinitis N A, N B ab eodem puncto N procedentibus moveatur directione N D, vel D N semper sibi parallelum* (*Fig.* 24)

I. Patet, lineas N A, N B ad se invicem perpetuo accessuras, quo magis objectum A B a puncto N recedet. Tunc angulus opticus A N B semper decrescit, uti & ad verticem oppositus *a* N *b*, a quo objecti imago in oculo terminatur.

II. Patet, easdem lineas N A, N B a se invicem perpetuo recessuras, quum objectum A B ad punctum N accedet. Tunc angulus opticus A N B perpetuo augetur, ut & semper æqualis *a* N *b*, qui tunc magis magisque objecti imaginem in oculo amplificat.

III Si angulus A N B minimus sit, objectum A B remotissimum, & diameter A B posita sit in directione arcus A B, patet, objecti diametrum ad sensum confundi cum arcu A B anguli opti-

(*) *Imo & planum quodvis.* Interpres.

optici mensura ; ad magnam quippe a vertice anguli alicujus distantiam minimus arcus A B, aut C D minimum quid differt a recta A B, aut C D objecti diametro. Tunc ergo objecti diameter pro arcu A B, aut B C, & vicissim sumi potest. (*Math.* 710)

AXIOMA III.

917. *Angulorum opticorum magnitudo apparentem objectorum magnitudinem passim determinat; hoc est quo major est angulus opticus, eo majus passim apparet objectum, & vicissim.*

EXPLICATIO. I. *Axiomatis veritatem probat experientia.* Exempli gratia, etsi sol luna multo major sit, ambo tamen eadem ferme magnitudine apparent, propterea quia sub eodem ferme angulo optico visi imaginem ferme æqualem in retina pingunt. Pari modo (*Fig.* 12) sint in cælo stellæ duæ A & B & planetæ duo *a*, & *b*. Etsi spatium AB sit immensum majus spatio *a b*, spatia hæc æqualia apparent, quod sub eodem angulo optico A C B videantur, & puncta spatium terminantia in retina eodem angulo comprehendantur.

II. *Axioma rationi consentaneum est.* Duo enim objecta (*Fig.* 24) A B, H K in oculo sub eodem angulo HNK picta duas imagines æquales habent *a b*: at duæ imagines æquales, ceteris paribus, animam determinare debent ad objecta A B, H K æquali magnitudine videnda.

Eadem ratione duo objecta sive æqualia, sive inæqualia AB, CD sub æqualibus angulis opticis visa imagines in oculo describunt hisce angulis A N B, C N D proportionales; ergo, ceteris partibus, anima hæc objecta videre debet magnitudine hisce angulis proportionali.

Axioma explicationem, & limitationem postulat: hoc sequentibus assertionibus præstabimus.

978. ASSERTIO I. *Diameter apparens ejusdem*

dem objecti ad diversas non exiguas distantias ab oculo ad sensum decrescit in ratione inversa distantiarum. (*Fig.* 24)

EXPLICATIO. Sit oculus N. Objectum A B ad non levem ab oculo distantiam = 1 videbitur sub angulo optico A N B; ejus vero diameter A B apparebit ut 1. Idem objectum ad distantiam duplam = 2 videbitur sub angulo optico C N D præcedente minore, & ejus diameter C D apparebit = $\frac{1}{2}$. Idem objectum in E F ad distantiam triplam = 3 videbitur sub angulo optico triplo ad sensum minore angulo A N B; ejusque diameter apparebit = $\frac{1}{3}$.

DEMONSTRATIO. I. Triangula A N B, R N D sunt similia, eorum enim anguli homologi aut iidem sunt, aut æquales; ergo latus R D duplum est lateris A B, ut basis N D dupla est basis N B. Ergo eadem ratione latus T F triplum est lateris A B, ut basis N F tripla est basis N B. (*Math.* 403)

Jam vero si objectum A B semper sibi parallelum transeat successive in C D, & in E F, patet ejus diametrum in C D dimidiam tantum lineam R D duplam lineæ A B occupaturam; videbitur ergo sub angulo optico C N D ad sensum dimidio anguli A N B. Ita in F ejus diameter tertiam tantum lineæ T F triplæ ipsius A B partem occupabit: videbitur ergo sub angulo F N E ad sensum subtriplo anguli A N B.

II. Quum objectum A B, C D, E F parvum valde est, & admodum distans, puta homo ad mille, bis mille, tres mille passus in via iter habens, ejus diametri A B, C D, E F ad sensum confunduntur cum arcubus AB, C D, E F qui angulos opticos metiuntur, sub quibus ad diversas ab oculo distantias objectum videtur. Possunt ergo hi arcus objecti diametris substitui (916). Ast objectum in A B videtur ad distantiam = 1 sub angulo A N B = 1, in C ad distantiam = 2 sub angulo C N D = $\frac{1}{2}$, & in E F

ad distantiam $= 3$ sub angulo FNE $= \frac{1}{3}$. Quoniam itaque apparens objectorum diameter passim est angulis opticis proportionalis, sub quibus videtur, apparens objecti AB diameter apparebit ut 1 ad distantiam $= 1$, ut $\frac{1}{2}$ ad distantiam $= 2$, ut $\frac{1}{3}$ ad distantiam $= 3$; atque ita porro; ergo apparens objecti diameter ad diversas ab oculo distantias erit in ratione inversa distantiarum. Q. E. D.

919. COROLLARIUM. *Apparens objecti superficies in diversis distantiis est ad sensum in duplicata ratione inversa distantiarum.*

EXPLICATIO. Apparens enim objecti altitudo, & latitudo decrescit in ratione inversa distantiarum, & magnitudine diversas, sed similes imagines in oculo circumscribunt. At in figuris similibus superficies sunt in duplicata ratione suarum dimensionum (*Math.* 499); ergo positis æqualibus altitudine, & latitudine objecti AB, apparens hujus objecti superficies erit $1 \times 1 = 1$ in AB; $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$ in CD; $\frac{1}{3} \times \frac{1}{3} = \frac{1}{6}$ in EF, atque ita porro semper in duplicata ratione inversa distantiarum.

Nota ex præcedente axiomate, & consequentibus, *idem objectum HK ad eandem distantiam K majus videri in positione perpendiculari HK, quam in obliqua VK;* in priori enim positione sub majori angulo HNK videtur, quam in altera sub angulo VNK.

920. ASSERTIO II. *Angulus opticus non unica est, etsi præcipua, judiciorum nostrorum regula de objectorum magnitudine.*

EXPLICATIO. Hujus limitationis ratio est, quia sæpius majorem objectis magnitudinem tribuimus, quam quæ ab angulo optico postuletur, & ab eorum imagine in oculo picta. Exempli gratia (*Fig.* 24),

I. Homo, quem video in via in AB ad 100 hexapedas, mihi in oculo pingitur sub angulo ANB: illum deinde video in CD ad 200 hexa-

xapedas, & mihi in oculo pingitur sub angulo CND præcedentis dimidio: hunc tamen hominem æque grandem judico in AB, & in CB.

II. Homo, qui primum e litore mare videt, procul objectum videt, quod lintrem judicat: alter mari assuetus idem objectum ingentem navem esse dignoscit. Ambo idem objectum sub eodem angulo optico vident; & tamen primus illi multo minorem altero magnitudinem adscribit. Ergo angulus opticus non semper est regula unica, qua de objectorum magnitudine judicamus.

III. Hinc sequitur, videndi modum aliqua ratione a consuetudine, & ab experientia pendere: veram dari *videndi scientiam*, quæ consuetudine, & experientia addiscitur, atque perficitur. Exempli causa, consuetudine, & experientia novimus, homines passim altos esse pedes quinque, neque hanc mutari, quæcumque imago sit, qua in oculo pingitur. Ex hoc igitur experientiæ cognitione judicamus, eundem hominem, qui sub diversis angulis in retina pingitur, ejusdem semper esse staturæ: quo judicio proclivitas illa eliditur, qua ad judicandum ferremur de objecti hujus magnitudine ex diversis angulis, sub quibus in oculo pingitur.

Pari modo qui primum mare videt nulla alia regula dirigitur in judicio de objectis valde dissitis, nisi angulo optico, sub quo objectum videtur; atque hinc objectum illud lintrem judicat. Alter mari, & navibus vela facientibus videndis assuetus novit, eam navem, quæ prope sub ingenti angulo apparet, procul sub exiguo angulo apparere; & in magna distantia lintrem visum ferme effugere, navem vero lintris prope visi magnitudine in oculo pingi. Hinc ex diversis regulis de objecto viso judicia ferunt. Primus tantum ex angulo optico de objecto judicat: alter de eodem objecto ex experientia judicat, qua docetur, ingentem navem in ma-

gna distantia exiguam tantum sui imaginem in oculo pingere.

IV. Ex his sequitur, non sane angulum opticum regulam fallacem esse judicandi de objectorum magnitudine; verum judicia angulis opticis innixa experientia, & animadversione dirigenda esse, & reformanda, unde saepius videndi scientia oriri debet.

V. Narrat Smith in sua optica, Anglum adolescentem tredecim annos natum primum vidisse periti chirurgi Londinensis ministerio, a quo illi cataractae depressae fuerunt; hunc vero recens videntem initio de objectorum magnitudine, & figura (a) judicium ferre nequivisse, nec nisi aliquo post tempore hoc didicisse. Num probat hoc, ut nonnulli contenderant, angulos opticos nihil ad visionem facere? Non sane: at probat tantum, aut adolescentis oculos aliquandiu etiam post depressas cataractas infirmos fuisse, aut angulos opticos, qui in ejus oculis, ut in ceteris, describebantur, non fieri regulam judicandi de objectorum figura, & magnitudine, nisi quum paullatim a videndi consuetudine, & experientia diriguntur. Si nihil ad visionem faciunt anguli optici, quare objecta majora, aut minora semper apparent, quum earum anguli optici arte augentur, aut minuuntur lentium ope, aut alio artificio? Quare puer pulicem microscopio inspiciens scarabaeo magnitudine aequalem videt, nisi quia ipsi pulicem microscopium exhibet sub angulo optico illi aequali, sub quo oculo inermi scarabaeum videt?

Obje-

(a) *At neque de distantia*. Interpres. *Vide* Smit. Opt. l. 7. c. 5.

Objecta, & motus insensiles.

921. OBSERVATIO I. Vidimus, *apparentem* objecti *diametrum* esse ad sensum angulo optico proportionalem, sub quo objectum videtur: verum quum hic angulus in infinitum decrescere possit, investigarunt optici quousque hic angulus decrescere debeat, ut objectum, quod complectitur, fiat invisibile.

I. Ex doctoris Hookii observationibus objectum lucidissimum, uti stella, invisibile fit, quum ejus angulus opticus minor est semiminuto seu 30'' unius gradus.

Juxta eundem auctorem imago in oculo lata esse debet saltem partem pollicis octo millesimam, ut objectum ejus visibile sit: sit vero insensile, si ejus imago in oculo minor fiat.

II. Juxta plærosque observatores objecta illuminata, adeoque radiantibus minus lucida, majorem angulum opticum postulant, secundorum scilicet ferme 40, ut videri possint.

Alii mensuras has aliquanto augent, aut minuunt, sed exigua diversitate.

922. COROLLARIUM I. *Corpus immensa magnitudine, uti planeta, aut cometa tellure major, apparere debet tamquam punctum ad quandam distantiam, & ad majorem fieri invisibile.*

Quare planeta tellure major apparebit tamquam punctum, quum sub angulo videbitur secundorum 30, aut 40. Cometa tellure major fiet invisibilis, quum ita a nobis recedet (916), ut oculo objiciatur sub angulo optico minore 30, aut 40 secundis.

923. COROLLARIUM II. *Quibus regulis objectorum magnitudinem æstimamus, iisdem & eorum velocitates æstimamus.*

Velocitas enim æstimatur per amplitudinem spatii dato tempore percursi; at motus, seu suc-

cessiva mutatio loci corporis alicujus in oculo pingitur ut objectum ipsum; & spatii, ut & objecti, amplitudo æstimatur ex angulo optico, quo includitur. Exempli gratia (*Fig.* 24).

Si punctum M successive transeat ab M in O dato tempore; punctum M in oculo describet lineam *a b*, & successive imaginem suam imprimet punctis omnibus retinæ inter *a*, & *b* interceptis: apparens spatii percursi amplitudo proportionalis erit angulo optico M N O spatium hoc includenti, sive angulo æquali *a* N *b*. Hinc sequitur, solos angulos opticos hic attendendo (*Fig.* 12),

I. Si corpora duo A, & *a* ad diversas ab oculo distantias percurrunt duos arcus similes A B, *a b*, visum iri moveri eadem velocitate, etsi remotioris velocitas sit multo major.

II. Apparentem duorum corporum A, & *a* velocitatem circa idem centrum C motorum eandem esse: veræ illorum velocitates sunt ut distantiæ A C, *a* C, quum sint ut arcus eodem tempore percursi; arcus vero A B, *a b* sunt ut eorum radii A C, *a* C (*Math.* 474).

924. OBSERVATIO II. Motus corporis aliquando visui sensibilis est, aliquando insensibilis. Exempli gratia: oculus facile in horologio motum indicis secundorum percipit, motum vero indicis horarum singulis instantibus non ita, etsi hic index uno secundo temporis 21, aut 22 secunda gradus percurrat. Censet Nolletus motum corporis fieri visui insensilem, quum uno temporis secundo percurrit tantum arcum aut chordam arcus 20 ferme secundorum gradus, quæcumque sit corporis hujus velocitas absoluta: unde facile inferes, hujus corporis motum visum iri, quum uno temporis secundo percurret spatium majori arcui æqualem, nempe 25, aut 30 secundorum gradus.

Horum ratio est, quia retina innumeris exiguis nervis contexta est valde lanugini simili-
bus,

bus, qui a radiis lucis concussi a visibili objecto profectis eriguntur, & aliquandiu post radiorum impulsum tremunt. Tremitus hic satis verosimiliter juxta Muschembroekium uno temporis secundo perseverat: objectum vero, a quo radii procedunt, in hujus radii axe videtur (912) donec tremitus hic in retinæ fibris perseverat. Hinc sequitur (*Fig.* 24):

I. Si objectum visibile M uno temporis secundo percurrit dumtaxat arcum, aut chordam anguli optici minimi, aut tantum 20 secundorum gradus, radium ab objecto M profectum toto hoc secundo supra idem retinæ punctum *a* ad sensum cadere. Objectum M semper visum in recta *a* N M a retina ad objectum ducta referetur ergo toto hoc secundo temporis ad idem sensibile punctum M; non ergo hoc secundo apparebit locum mutasse.

II. Si objectum, aut punctum M, quæcumque sit ejus velocitas absoluta, uno temporis secundo arcum, aut chordam MO percurrit anguli optici 30, aut 40 secundis gradus maioris; radios ab extremis hujus arcus profectos diversis retinæ *a b* punctis distinctam impressionum seriem facere, quæ simul existunt, & successivum transitum referunt objecti M a spatii puncto ad punctum sequens. Objectum M semper visum in directione radii ad oculum missi referetur ergo ad duo diversa puncta M, & O, & hoc secundo transferri videbitur ab M in O.

925. APPLICATIO. I. Si M est punctum radians, quod uno secundo percurrat lineam MO; spatium hoc in retina *a b* pingetur instar lineæ lucidæ, aut ignitæ (*Fig.* 24).

Tenues enim retinæ nervi arcu *a b* inclusi toto illo secundo simul fremunt, quod punctum M in transitu ab M in O impendit. Ita pyrobolus, ita *stellæ cadentes*, ita torris in gyrum actus in oculo pinguntur instar linearum, aut armillarum ignearum, pro motuum diversitate.

II.

II. In horologio facile motus indicis ſecundorum deprehenditur, hic enim index, in apice præſertim ſatis velociter movetur, ut uno ſecundo temporis arcum 25, aut 30 ſecundorum gradus percurrat. Non ita motus indicis horarum videtur; uno enim ſecundo temporis ſpatium ſatis amplum non percurrit, ut duo probe diſtincta retinæ puncta afficiat.

III. Etſi ſtellæ, & planetæ velocitate ferantur vera, aut apparente ne globi bellici quidem velocitati comparanda, tamen eorum motus viſu non percipitur; quantumvis enim magna ſit iſta velocitas, tanta adhuc non eſt, ut aſtra hæc uno ſecundo temporis ſpatium percurrant, quod in oculo dimetiatur angulus viginti gradus ſecunda excedens (*Fig.* 12).

IV. Virga circa axem uno temporis ſecundo rotata in oculo imaginem pingit ſuperficiei conicæ, aut cylindricæ: impreſſio enim oculo effecta a radio a ſingulis rotatæ virgæ punctis emiſſo in oculo perſeverat donec virga ad idem ſuæ curvæ punctum redeat, unde novos in oculum radios reflectat, eandemque impreſſionem renovet.

V. Si maxima velocitate virga hæc rotetur; oculus eam, diſtincte ſaltem, non amplius videt: tanta quippe celeritate per ſingulas ſpatii partes tranſit, ut nequeat tantam radiorum copiam ad oculum eo tempore reflectere, quanta ad fibras ſenſibiliter concutiendas requiritur. Hac ipſa ratione globus tormenti bellici ante nos tranſiens directione ferme axibus opticis perpendiculari non videtur; etſi quum ante nos fertur directione his axibus parallela videatur.

Axes optici.

926. DEFINITIO. *Axes optici* dicuntur lineæ duæ DA, DB ab eodem puncto radiante D du-

D ductæ ad utriusque pupillæ A, & B centrum (*Fig.* 33.).

Lineæ hæ angulum efficiunt A D B, vel A E B eo acutiorem, quo punctum D, aut E, linearum origo, remotius est (916). Basis, seu latus constans hujus trianguli, est distantia A B pupillarum, seu retinarum centris intercepta. Angulus, quem ad quodvis objecti visibilis sensibile punctum efficiunt axes optici A D, B D, vel A E, B E, objecti distantiæ æstimandæ inservit.

AXIOMA IV.

927. *Objectorum distantiam æstimamus vel a lucis intensitate, vel ab interjacentium corporum numero, & magnitudine, vel ex diversa axium opticorum convergentia.*

EXPLICATIO. In objectorum distantia æstimanda præsertim *scientia visionis* exercetur, quæ a nobis instinctu, consuetudine, experientia, animadversione comparatur. Quum objecta omnia propinqua, aut dissità in retinæ punctis diversis pingantur; probabile est, nos vix natos objecta omnia in oculis, aut oculis imposita videre, nec nisi post aliquod tempus illis extra nos ad varias distantias statuendis assuescere naturali instinctu rationem in rebus pluribus in infantia supplente. Jam vero ostendere pergimus, tres indicatas causas distantiis objectorum æstimandis conducere.

I. Intensitas lucis ab objecto emissæ, aut reflexæ decrescit in duplicata distantiarum ratione (898): ergo lucis in oculum impulsus semper ejus intensitati proportionalis eadem ratione minui debet. Ergo lux ab objecto proveniens eo vividiorem impressionem faciet, quo objectum propinquius est, eo languidiorem, quo remotius. Ergo diversa lucis intensitas, & in

ocu-

oculum impressio regula nobis esse debet ad diversas objectorum distantias æstimandas.

II. Corporum oculo, & objecto interjectorum numerus, & magnitudo objecti distantiæ æstimandæ quoque conducit. Oculus sibi, & objecto plura corpora extantia interjecta conspiciens, quorum magnitudinem consuetudine, & experientia novit, facilius etiam inter se, & objectum intervallum dignoscit; hoc enim intervallum in plures partes bene distinctas divisum facilius confusionem, & errorem amovet; hæ vero partes a mente in summam collectæ totius distantiæ æstimandæ judicium adjuvant. Exempli gratia, object ad extremam uniformem planitiem, aut ad negnam distantiam in mari situm minus dissitum apparet, quam re ipsa sit: nihil enim intercedit spatii partes diversas designans. Si vero plures pagi in planitie interjaceant, plures naves in mari; apparens objecti distantia multo major fiet, magisque ad veram distantiam accedet; diversæ quippe spatii portiones magis distinctæ videbuntur.

III. Æque certum est diversam axium opticorum convergentiam ad singula objecti puncta pertingentium ad judicium de distantiis ferendum conferre. Naturali enim instinctu discimus objecta ad punctum, in quod axes optici concurrunt, referre (*Fig.* 33); exempli causa ad punctum D, vel E. Atqui quo magis objectum distat, minus axes A E, B E convergunt, procul magis concurrunt in E, ibique objectum statuimus. Contra vero quo objectum propinquius est, eo magis axes optici AD, BD convergunt, propius concurrunt in D, ibique natura duce objectum esse censemus.

Quum objecti distantia multo maxima est, de illa non amplius judicium ferimus, ad magnam quippe distantiam axes optici A E, B E fiunt ad sensum paralleli; & in triangulo AEB basis constans AB respectu laterum A E, B E ve-

veluti nulla est. Hac ratione planetarum, & stellarum distantiam non distinguimus; radii enim inde ad oculos ducti satis non convergunt, ut diversa horum corporum distantia distinguatur. Intensitas lucis ab his cælestibus corporibus adveniens nequit hic axium opticorum defectum supplere; neque enim natura consuevimus lucis intensitatem æstimare ad has distantias, quæ ad sensum nobis æquales sunt.

928. NOTA. Unico etiam oculo objectorum distantia æstimari potest; ast judicium difficilius, magisque incertum est. Fertur vero de objecto parum dissito (*Fig.* 13.), ex angulis R C A, R C B effectis a radiis C A, C B ad axem unicum R C. Hic duo animadverte.

I. Objectum D (*Fig.* 33) videbitur in linea A D *a*, si unico oculo A inspiciatur; in linea B D *b*, si oculo B tantum inspiciatur; in linea C D *c*, si ambobus oculis A, & B inspiciatur.

II. Anulus in D ad trium, aut quatuor pedum distantiam filo ita suspendatur, ut ejus planum sit in directione C D, ne oculus ejus foramen videre possit. Si baculo transversa virgula instructo apta anulum ingredi ipsum traijcere tentemus, facile id faciemus ambobus oculis aspicientes; at unico oculo aspicientes vix unquam anulum virgula traijciemus. Probat hoc quantum axes optici in D convergentes ad distantias æstimandas conferant.

Corollaria de visione.

929. COROLLARIUM I. *Lineæ duæ, aut superficies parallelæ oculo intra illas posito convergentes videri debent; si vero longissimæ sint, sese in extremitate oculo opposita contingere videbuntur* (*Fig.* 26).

EXPLICATIO. Sint arborum series duæ parallelæ M N, R S, inter quas oculus A.

I. Distantia arborum oppositarum semper æqua-

qualis oculo eo major videri debet, quo illi arbores propiores sunt, eo minor, quo remotiores. Oculus enim A videt distantiam duarum primarum arborum sub angulo optico 1 A 1, duarum sequentium sub angulo 2 A 2, quintarum sub angulo 5 A 5. Atqui anguli hi optici a primo ad ultimum decrescunt: spatia ergo illis intercepta, quæ sunt distantiæ arborum oppositarum, apparebunt decrescere ut hi anguli (917). Ergo lineæ parallelæ M N, R S apparebunt eo magis convergere, quo magis ab oculo recedent.

II. Si harum linearum extrema N, & S immensum ab oculo distent, concurrere videbuntur. Tunc enim constans intervallum N S videtur sub angulo optico N A S, qui erit veluti infinite parvus, si latera A N, A S sint multo longissima (916). Quare distantia N S unius leucæ, centum leucarum, quinquaginta millium leucarum visa sub angulo optico 30 secundorum erit invisibilis (921); & puncta N, S concurrere in unicum punctum videbuntur.

Hinc intelliges, stellas duas invicem dissitas quingenties, aut millies centena leucarum millia in cælo contiguas visum iri; spatium enim, quo separantur, est veluti infinite parvum spatio comparatum, quo a nobis distant. Pro distantia enim stellarum a nobis quingenties, aut millies centena leucarum millia tanta non sunt, ut arcum 30 secundorum valeant terminare; sub quo arcu jam objecta, & distantiæ videri nequeunt.

930. APPLICATIO. I. Ita *omne parallelogrammum*, puta via arboribus utrinque consita, mesaula parietibus parallelis conclusa, longus ager duobus rivis parallelis interjacens, ad extrema coarctari videntur quo magis ab oculo distant: distantia enim parallelogrammi laterum semper eadem prope sub majori angulo, quo procul magis, eo sub minori angulo in oculo definitur (*Fig.* 26). II.

II. Eadem ratione qui lacum aspicit diametro hexapedarum quadringentarum, aut quingentarum, non jam horizontalem ejus superficiem, ut re ipsa est, sed eo magis elatam se videre putat, quo magis remota est.

Ponamus enim, a linea R S aquæ superficiem referri. Etsi hic unica habeatur linea, seu planum unicum R S, oculus tamen in A ad altitudinem pedum ferme quinque elevatus planum parallelum, quod deest, supplet per visus directionem A B, quem lineæ R S parallelum dirigit. Posita deinde immobili, altitudine non mutata, linea hac A B, semper aquæ distantiam ab hac linea oculus æstimat ex angulis opticis linea hac A B, & aquæ superficie inclusis. Quare quum distantia hæc successive videatur sub angulis opticis decrescentibus BAR, B A 1, B A 2, B A 3, B A 4, B A 5, videbitur ipsa decrescere quo magis ab oculo recedit; & aquæ superficies magis magisque ad lineam AB, quæ immutabilis supponitur, accedere videbitur.

III. Si lineæ duæ MN, RS lacunar referant, & pavimentum atrii prælongi, linea M N deprimi videbitur quo magis ab oculo distabit: oculus enim altitudinem M N directioni A B visus sui comparat, quem ad constantem altitudinem semper esse judicat; atque in hac suppositione videt lacunaris distantiam semper ab hac linea A B sub angulis opticis decrescentibus B A M, B A 2, B A 5.

IV. Eadem quoque ratione nubium series horizonti parallela in magna distantia videtur magis magisque ad horizontem accedere. Harum nubium distantiam oculus ad lineam horizontalem refert, quam sibi fingit, quæque angulos eo minores facit cum nubibus, quo magis istæ ab oculo remotæ sunt. Ponamus, exempli causa, in linea M N quinque nubes esse mille passus supra horizontem elevatas: oculus postquam

di-

directione horizontali adspexerit A B, ad quam nubium, quas observat, altitudinem refert, primæ nubis M a linea immobili A B distantiam videt sub angulo optico B A 1 : sequentis nubis distantiam, sive altitudinem sub minori angulo B A 2; sequentium vero sub angulis semper minoribus B A 3, B A 4, B A 5. Quare si postremæ nubis N altitudo oculo exhibeatur tantum sub angulo secundorum 30, aut 40, altitudo hæc mille passuum visui insensilis evadit, & nubes horizontem attingere videtur.

933 COROLLARIUM II. *Si observator curvam circa punctum radians immobile inscius percurrat; punctum hoc circa se conversum fuisse illi videbitur*. (*Fig*. 25)

EXPLICATIO. Sit S punctum immobile lucens, aut illuminatum, quod in cælo positum semper in firmamenti puncto videbitur. Observatoris curvam Z X P O Z circa punctum immobile inscii percurrentis oculus sit Z. Supponimus oculi partem *e* Z *a* in tota revolutione ad punctum radians S esse conversam.

Quum oculus est in Z videt punctum radians in P in axe coni lucidi oculum afficientis (912). Quum oculus sui motus inscius transiit a Z in X, videt punctum radians in O directione radii X S O. Quum oculus erit in P videbit punctum radians in Z. Quum a P in O transierit, punctum radians videbitur a Z in X transiisse. Ergo punctum S observatori se immobilem putanti videbitur circa se percurrisse curvam P O Z X P motu æquali, & illi opposito, quo ipse re vera movetur.

Prælucet hic explicatio phænomeni astronomici, *quare* scilicet *Sol in systematis planetarii centro immobilis quotannis per eclipticam converti videatur*; quum tellus sit, quæ quotannis circa solem immobilem in ecliptica convertitur.

972. COROLLARIUM III. *Si observator inscius circa se convertitur, punctum radians immobi-*

mobile illi videbitur circa se curvam descripsisse, cujus radius erit distantia observatoris a puncto radiante. (*Fig.* 28)

EXPLICATIO. Sit *a b c d* oculus observatoris *a b c d* circa centrum immobile *n* revolutus. Sit S punctum radians immobile in S, puta, in cælo. Videbitur hoc punctum describere curvam S N O M. Potest curva hæc aut eclipticam aut aliam curvam referre. Hic supponemus ab ipsa horizontem referri, in quo S erit occidens, N septemtrio.

I. Ponamus primo oculum *a b c d* esse totum *pupillam*, & totum *retinam*: pupillam quidem punctum radians versus, retinam vero ad partem oppositam, ita ut in sua revolutione semper a radio per suum centrum *n* transeunte affici possit. Quum objectum semper in linea indefinita videamus a puncto radiante ad pupillæ centrum, & ad retinam ducta (912); oculus primo videt objectum S in linea *c n a* S ad occidentem S. Quum sese oculus immobilem putet, necessario judicabit, objectum S locum mutasse, quum lux ab objecto retinam afficiet in puncto ab ipso *c* diverso: objecta enim semper referuntur ad lineam rectam a puncto retinæ affecto per pupillæ centrum ad objectum ductam.

Quum oculi punctum *a* transierit in *b*; erit *d* in *a*, *b* in *c*. Tunc radius retinam afficiet in *b*; & punctum radians videbitur in recta *b n* in S producta. Quum oculus se immobilem putet, & jam non amplius in *c*, sed in *b* a luce afficiatur; judicabit objectum S ab S in N transisse, arcu S N ab occidente in septemtrionem percurso æquali (*), & opposito arcui *a b* quem ipse ab occidente in meridiem percurrit.

Quum

(*) *Non æquali, sed simili.* Interpres.

Quum punctum *c* transierit in *a*, radius retinam afficiet in *a*; oculus videbit punctum radians in linea *anc* producta in S, quod esse in O apparebit. Quum oculus se immobilem adhuc putet, judicabit, objectum S, quod erat in N, ab N in O transiisse arcu NO a septemtrione in orientem percurso.

Quum punctum *b* ipsum quoque transierit in A, radius retinam afficiet in *d*: objectum videbitur in linea *dnb* producta in S, quod videbitur esse in M; & adhuc objectum S videbitur arcum OM ab oriente in meridiem percurrisse.

Si oculus semper æque distat ab S, semper hoc objectum videt ad eandem a se distantiam; ad verticem scilicet coni lucidi *a*S (912); & curva, quam descripsisse videtur, est circulus. Quum in oculi revolutione *abcd* radius successive omnia retinæ puncta percellat, & punctum radians S semper ad extremum radii videatur, videbitur successive ad extrema linearum *cna* S, *bad* S, *anc* O, *dnb* M. Punctum S, vel si corpus sit satis latam superficiem oculo objiciens, quodlibet sensibile ejus punctum videbitur circa oculum, qui se immobilem putat, curvam descripsisse directione revolutioni *abcd* oculi opposita.

II. Supposuimus spectatoris oculum esse totum pupillam, & totum retinam, ut facilior corollarii hujus explicatio fieret. Ostendemus modo ab hac hypothesi rei veritatem nihil immutari.

Observator primo ad punctum S conversus illud videt per radium S*anc*, per centrum pupillæ ad retinæ centrum pertingentem in *c*; & objectum refert ad aliquod mundi punctum cardinale, puta ad occidentem. Quum observator se perpetuo immobilem putet, semper tamquam occidentem punctum illud considerat, unde venire debet radius, qui per centrum pupillæ ad retinæ centrum feratur. Hinc sequitur

Primo, quum pupilla *a* transierit in *b*, obser-

vato-

vatorem tamquam occidentem sumpturum punctum M, & tamquam septemtrionem punctum S, quod directione maxime obliqua pupillam respicit. Videbitur ergo objectum ab occidente in septemtrionem recessisse toto arcu MS.

Deinde, quum pupilla *a* transierit in *c*; observatorem tamquam occidentem habiturum punctum O, & tamquam orientem punctum S pupillæ e diametro oppositum. Videbitur ergo objectum S toto arcu OMS ab occidente in septemtrionem, & inde in orientem recessisse, atque ita in reliqua revolutione. Explicatio, ut & demonstratio, simplicissima est, sed magnam in iis, quæ ad oculi revolutionem spectant, attentionem postulat.

Corollario hoc phænomenon astronomicum explicatur; *quare, scilicet, sol, & stella quotidie circa tellurem conversi videantur*, quum tellus ipsa sit, quæ cum suis incolis quotidie circa suum axem convertitur.

933. NOTA. Hoc eodem corollario explicatur illusio optica satis frequens. Si velociter secundo flumine lintre vectus immotis oculis ripam aspicias, eam post te fugere videbis ea velocitate, qua cymba fertur.

Ratio hujus est, quia lux ab objectis in ripa sitis reflexa successive in diversa retinæ puncta incidit, quæ cum cymba movetur. Quare quum te tamquam immobilem in cymba consideras, perpetuo idem objectum ad nova cæli, aut horizontis puncta refers. Exempli causa. (*Fig.* 27)

Sit RS fluvius ab occidente in orientem fluens. Oculus in *a r* a radio T*r* in media retina affectus objectum T ad septemtrionem referet: oculus in *d m* se adhuc putans esse in *r* a radio T*n* extra retinæ centrum affectus, judicabit, objectum T in occidentem recessisse spatio in angulo *m d n* concluso; sive percurrisse occidentem versus spatium VT.

934. COROLLARIUM IV. *Quum objecta ad-*

mo-

modum distant, visio languescet, & oculus objectorum figuram, positionem, distantiam recte non distinguet.

EXPLICATIO. Diversæ objectorum remotissimorum partes oculo objiciuntur sub minimis angulis opticis, & imaginibus minimis, ac parum illuminatis in retina pinguntur. Exempli causa:

I. Turris quadrata valde procul visa apparet cylindrica; radii enim ab ipsa reflexi quum magis magisque rarescant, quo magis a puncto reflectente recedunt, satis non sunt ad angulos turris distincte in oculo pingendos: unde in oculo angulis mutilata apparet, adeoque cylindrica.

II. Arborum series semicircularis in magna distantia recta apparet: lux enim ab arboribus aliquanto magis remotis reflexa ad sensum densitate æqualis est a minus remotis reflexæ; & axes optici, qui ad quodvis cujusque arboris punctum sensibile concurrunt, convergentia parum differrunt; quare non indicant, arborem arbore magis distare. Causæ itaque, quibus de objectorum distantia judicamus (927), nos hic satis non juvant ad distantiæ cujusque arboris seorsim sumptæ diversitatem discernendam in serie semicirculari.

III. Quum in ingenti aula lampas suspensa circa suum axem convertitur unica candela in illa accensa; candela hæc, quæ in gyrum agitur spectatori in aulæ extremo videtur in opposito pariete rectam lineam alternatim describere. Objecta enim referimus ad extremitatem radii oculum afficientis (912): omnium vero radiorum summa in candelæ revolutione circulari ad diversa adversi parietis puncta terminatur, quæ ad sensum lineam rectam efficiunt.

Problemata de visione.

935. LEMMA. *Lux ab astro emissa, aut reflexa languidior esse debet astro in horizonte existente, vividior in meridiano.* (*Fig.* 35)

EXPLICATIO. Telluris athmosphæra, quæ ad 15 ferme leucas attollitur (743) rarior est in superioribus, inferior vero magna vaporum, & exhalationum copia gravis est.

Sit T tellus; *t v x* athmosphæra; S sol, aut luna, aut aliud astrum in horizonte; Z sol in meridiano; *m a* athmosphæræ altitudo; *m* oculus modo ad S, modo ad Z conversus.

Evidens est, aeris, vaporum, & exhalationum congeriem, qua athmosphæra constat, eo magis astri lucem infirmare, quo majori massa illi opponitur. Atqui sole, exempli gratia, in horizonte *m n* S sito, ejus radii ut ad oculum in *m* veniant, totam athmosphæræ longitudinem *m n* pervadere debent: at sole posito in meridiano *m a* Z ejus radii athmosphæræ longitudinem *a m* multo minorem tantum permeant. Quapropter solis lux in horizonte languidior esse debet, quam in meridiano. Idem de reliquorum astrorum luce dici potest. Hoc lemmate sequentium phænomenorum explicatio ex parte innititur.

936. PROBLEMA I. *Quare sol, & luna majores in horizonte, quam in meridiano appareant explicare.* (*Fig.* 36)

SOLUTIO. Sol in horizonte in A, aut in meridiano in D ad sensum eodem die ad eandem est ab oculo R distantiam, circa quem circulum describit, aut describere videtur, cujus radii sunt R A, R D. Hoc objectum (neglecta hic refractione, quæ nihil ad rem facit) tota diurna revolutione videtur sub eodem angulo optico *m* R *n*, *u* R *x*, *z* R *y*. Idem dicas de luna in A, B, D successive posita. Cur itaque

hæc astra majora apparent in A, quam in B, & in B majora, quam in D? mirum hoc phænomenon a pluribus causis esse videtur, quas exponere pergimus.

I. Sol, & luna in horizonte, seu prope horizontem minus vividam ad oculos lucem conjiciunt (935) & a nobis pluribus interjectis corporibus sejuncti videntur; ideo astra illa a nobis *magis distantia* in horizonte, quam supra horizontem, aut in meridiano judicamus, ubi lux eorum vividior est, nec ullo a nobis corpore separantur (927). Sol in horizonte nobis apparet in A: sol in B nobis apparet in *b*: sol in meridiano D nobis apparet in *d*. Atqui, ceteris paribus, naturæ instinctu *eo majus* objectum aliquod judicamus, quo illud sub eodem angulo optico visum nobis remotius videtur. Exempli causa, quum arbores duæ, aut ædes sub eodem angulo nobis sese offerunt, ex his unam natura duce eo majorem judicamus, quo magis illa a nobis distare videtur. Posito itaque, solem, & lunam sub eodem angulo tum in horizonte, tum in meridiano nobis exhiberi, astra hæc *majora* nobis videri debent in horizonte, ubi remotiora judicantur, quam in meridiano, ubi multo propinquiora censentur.

Frustra objicies, apparentem objectorum A, B, D magnitudinem esse debere angulis opticis sub quibus videntur, proportionalem; hosque eosdem esse in A, in B, in D. Monuimus enim, angulorum opticorum magnitudinem non unicam esse regulam judiciorum de corporum magnitudine (920); & instinctum, consuetudinem, experientiam, reflexionem nos docuisse, natura duce, ab hac regula recedere quum obecta sub eodem angulo visa ad diversas distantias sita videntur. Exempli gratia, digitus ad quandam distantiam oculo objectus sub eodem angulo, quo mons proximus, mihi apparet; non propterea æque grandem digitum, & mon-

tem

rem judico; videndi enim experientia, & consuetudo me docuerunt, idem objectum eo minus mihi videri, magnitudine non mutata, quo remotius est; & hanc videndi rationem mihi in naturam conversam esse. Nota itaque distantia ad judicium de objecti magnitudine ferendum confert; & hujus distantiæ idea, me nec advertente, ideas corrigit, & judicia moderatur, quæ ex solo angulo optico fieri deberent. Quamobrem idem objectum sub eodem semper angulo visum eo majus judico, quo illud remotius judico. Atqui luna, & sol tota die sub eodem angulo visi *magis remoti* in horizonte apparent, ubi languidior eorum lux majorem distantiam indicat, quam in meridiano, ubi lux vividior majorem indicat propinquitatem. Astra hæc igitur *majora* judicare debemus in horizonte, quam in meridiano.

II. Pupilla natura ipsa constringitur, ac dilatatur; dilatatur quidem quum lux languidior est: constringitur quum lux vividior est. Constricta objecti imaginem in retina pictam minuere, dilatata augere debet. Ergo sol, & luna in horizonte visi imaginem in oculo ampliorem pingere debent, quam visi in meridiano.

Contendit Muschembroekius, astra hæc per prælongos tubos sine vitris inspecta ejusdem magnitudinis apparere in horizonte, & in meridiano; physici alii hoc negant; atque asserunt, astra hæc tubis diversæ diametri inspecta semper illis majora apparuisse in horizonte, quam in meridiano.

III. Astra hæc non semper in eadem cæli regione æque grandia apparent: exempli gratia in plenilunio luna in horizonte ad eandem a terra distantiam modo major apparet, modo minor. Nonne a diverso athmosphæræ habitu diversitas oriri posset, quæ modo vaporibus gravis, modo paucis immixta modo magis, modo minus radios ab astri limbo venientes refringit,

a quibus modo vivida, modo languida luce; & ſub diverſis angulis ejus imago in oculo pingitur? Tunc athmoſphæra lentium opticarum inſtar eſſet, quarum aliæ objectorum imagines augent, aliæ minuunt. At perperam phænomenon refractioni tantum tribueretur; refractio enim oppoſitum effectum parere debet; ut alibi oſtendemus. (1230)

937. PROBLEMA II. *Quare cælum noctu ſerena inſtar fornicis depreſſi, cujus radius horizontalis triplus ſit verticalis, appareat, explicare.* (Fig. 25)

SOLUTIO. In hoc fornice depreſſo lunæ tantum revolutionem conſiderabimus. Eadem theoria cuivis aſtro facile adhibebitur.

Vidimus modo, lunam nobis remotiorem videri debere in horizonte, quam in meridiano (936): in hypotheſi itaque, qua luna ſub eodem ſemper angulo videatur tum in horizonte, tum in meridiano, illa in horizonte languidiore luce nobis lucens, & pluribus interjectis corporibus a nobis diviſa apparens, remotior nobis videbitur, & majoris diametri in *A*. Ipſa elevata, puta, ad gradus 45, luce vividiore nos ad judicium ferendum inducet de majore propinquitate; eam itaque videbimus minus diſſitam, & minoris diametri in *b*. Quum demum ad meridianum aſcenderit, luce magis adhuc intenſa (935) ad judicium inducet de adhuc majore propinquitate; eamque minus diſſitam, & minoris adhuc diametri videbimus in *d*.

Diſtantia hæc ſemper apparenter decreſcens curvam depreſſam *A b d* efficit, quæ lunæ ſemitam oculo exhibet. Idem de planetarum, & ſtellarum revolutione dicas, quæ minori luce in horizonte ſplendent, quam in meridiano, adeoque ibi, quam hic remotiores apparent, & curvam depreſſam curvæ *A b d* ſimilem deſcribere videntur. Harum omnium curvarum ſumma fornicem depreſſum effingit, quem firmamentum nuncupamus.

938.

638. PROBLEMA III. *Quare noctu cælum fornix cæruleus appareat, explicare.*

SOLUTIO. Nocte serena mille, aut mille supra ducenta puncta lucida in cælo videmus fornici depresso, & cæruleo (qui non est) veluti affixa. Phænomenon hoc explicandum est.

I. Etsi puncta hæc lucida, sive planetæ, sive stellæ sint, alia aliis a nobis plurimum dissita sint; quum tamen distantiæ hæ sint multo maximæ, alteram ab altera oculus non distinguet; nullum enim illi medium suppetit, quo id efficiat (927). Refert ergo oculus puncta hæc lucida ad diversa cæli puncta in linea radii, quo afficitur, at ad eandem distantiam quum eadem est eorum positio.

Quum spatium duobus propinquis astris interceptum nullam lucem emittat, hoc in retina non pingitur. Quum vero in terris opaca corpora invenire soleamus in spatio tenebroso duobus lucidis corporibus interjecto, hunc videndi modum natura suadente, etiam in cælis adhibemus. Animadversio tantum, sæpius consuetudine, & præjudicio tardior, judicia a consuetudine, & præjudiciis orta corrigere, & reformare potest.

III. Lux a stellis, aut a planetis adveniens ex parte dispergitur per athmosphæram transiens. Hæc lucis dispersæ portio post varias in aere reflexiones innumeris diversis directionibus ad oculum fertur, quæ omnia sensibilia cælestis spatii puncta respiciunt. Hinc in oculo impressio languidissima, sed omnia cælestis hujus spatii puncta respiciens, illique admodum similis, quam minima lucis portio a tenebrosis terrestribus corporibus reflexa efficit.

IV. Radii, qui magis per athmosphæram disperguntur, sunt qui magis reflecti, & refringi apti sunt (*a*); erunt hi proinde virides, cæru-

(a) *Reflexio lucis eadem est in omnibus radiis,*

rulei, purpurei, violacei (866), qui mixti colorem satis referunt, quo spatia cælestia nobis apparent. Hinc videre videmur fornicem illum cæruleum depressum, ut curva astri cujusque; lux enim dispersa, a qua nobis spatia hæc exhibentur, languidior est in horizonte, minus languida, quo magis ad verticem accedimus.

Perspectiva.

939. DEFINITIO. *Perspectiva* scientia, sive ars est in superficie objecta describendi qualia viderentur, si per hanc superficiem, quæ diaphana esset, conspicerentur.

940. PROBLEMA. I. *Spatium horizontale in plano verticali describere* (*Fig.* 38.).

SOLUTIO. Sit arborum series MN in plano verticali *m n* describenda tamquam visa a puncto *A*. Si planum *m n* supponatur diaphanum, primum spatium FN videretur sub angulo optico NAF: alterum FG sub angulo FAG. Quum primus angulus altero major sit, spatium FN in plano *m n* describi debet amplitudine proportionaliter majore.

Eadem ratione arbor prima N, etsi postremæ M æqualis, describi debet sub angulo optico MA*r* majore, quam MA*t*, in quo postrema arbor continetur.

941. PROBLEMA II. *Regionem, in qua prata sint, flumina, silva, montes, pagi, describere* (*Fig.* 39.).

SOLUTIO. Apto visus puncto assumpto, unde tota regio conspici possit, capiatur rectangulum

---

diis, quum omnes angulum reflexionis (ad sensum saltem) angulo incidentiæ æqualem faciant. Refractio ea est, quæ in singulis radiis diversa est. Interpres.

ſum R S ſericis filis in plura æqualia quadrata diviſum. Ponatur hoc prope oculum e regione loci deſcribendi, & ab eodem puncto, in quo oculus immotus erit, obſerventur objecta per hunc terræ tractum diſtributa per illa exigua quadrata 1, 2, 9, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *h*.

I. Rectangulum R S verticaliter prope oculum ſtatutum, (ut planum figuræ 39 *mn*), reſpectivam locorum in tractu illo jacentium poſitionem definiet. Notandum dumtaxat eſt quonam quadrato *a* incipiat, quove *c* terminetur cujuſvis objecti viſio: ita determinatur angulorum opticorum magnitudo, ſub quibus ſingula objecta videntur, tum eorum in pictura poſitio, & magnitudo.

II. Sit deinde tela, aut charta in æqualia quadrata, & quadratis rectanguli R S ſimilia, diviſa. In hac deſcribentur objecta in quadratis analogis iis, per quæ in rectangulo R S viſa fuerunt. Patet, picturam ita cujuſque magnitudinis fieri poſſe: ad hoc ſatis eſt chartæ, aut telæ quadrata quadratis rectanguli R S majora, aut minora deſcribere (*Math.* 411,).

III. Objectis recta proportione poſitionis, apparentis magnitudinis, & lineamentorum deſcriptis, umbræ, & cujuſque proprii colores inducentur, tum diverſus lucis gradus pro diverſa cujuſque apparente diſtantia.

942. NOTA. *Perſpectiva* pictorum præcipue ſcientia eſt. Hac diſcunt in tela lucis, & umbræ miniſterio exhibere oculo diſtantias, profunditates, elevationes, quibus oculis jucunda naturæ immitatione illuſio paratur. Ut in tela hoc obtineant,

I. Sub majore angulo optico objecta deſcribunt, quæ propinquiora videri debent; ſub minore, qui in infinitum decreſcere poteſt, quæ magis diſſita.

II. Majori luce, ac denſioribus umbris pingunt, quæ propinquiora videri debent; tenuiori

 luce,

luce, ac languidioribus umbris, quæ remotiora.

III. Inter ea, quæ propinqua videri debent, & quæ magis dissita, varia corpora interpingunt magnitudinis passim notæ, veluti pagos, silvas, plantas, montes, rupes: unde spectator natura ipsa ducitur ad ea objecta remota judicanda, quæ ultra hæc corpora picta sunt, quæ prius occurrunt oculis, utpote majora, magisque illuminata.

Hinc habetur theoriæ influxus angulorum opticorum in visionem, distantiarum æstimandarum, & diversæ lucis densitatis a magis, minusve distantibus objectis venientis confirmatio.

ARTICULUS II.

CATOPTRICA, SEU LEGES REFLEXIONIS LUCIS.

943. DEFINITIO. C*atoptrica* est scientia radii reflexi: considerat hæc lucem a corporibus impenetrabilibus sua elasticitate reflexam.

In generali motus theoria scientiæ hujus jam fundamenta jecimus, ubi quid sit angulus incidentiæ, & reflexionis definivimus (394, 399).

Promiscue sumi potest tamquam angulus incidentiæ (*Fig.* 34) angulus A C B radio incidente, & plano reflectente M N interceptus, aut angulus ACD radio incidente, & perpendiculari ad punctum incidentiæ interceptus. Si sumatur angulus A C B, angulus reflexionis erit MCN: si sumatur A C B, angulus reflexionis erit D C N.

THEOREMA.

944. *Quocumque modo lux cadat in corpus impenetrabile, semper angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis est* (*Fig.* 34.).

DEMONSTRATIO I. Theorema experientia constat. Intret enim solis radius A C in conclave per tubum fenestræ insertum. Experientia constat, quemcumque angulum faciat radius in speculum planum C cadens, ipsum reflecti sub angulo reflexionis æquali. Sive speculum sit horizonti parallelum, sive perpendiculare, sive inclinatum, idem est: angulus enim reflexionis accuratissime observatus eodem graduum, ac minutorum numero invenitur, quo angulus incidentiæ. Angulus A C B semper angulo M C N, & A C D ipsi D C N æqualis est.

DEMONSTRATIO II. Theorema quoque ratione demonstratur; sequitur enim ex generali motus theoria, ut ostendere pronum est.

I. A puncto radiante S cadat radius S C perpendiculariter in superficiem quamvis impenetrabilem planam, aut curvam C. Radius unicam ad hanc superficiem motus speciem habet, perpendicularem scilicet S C; si ergo radius sit perfecte elasticus, ut esse experientia ostendit, debet unice in se reflecti; reactio enim semper actioni e diametro est opposita (327); nec causa ulla est, qua radius a recta C S recedat.

II. Ab alio puncto radiante radius A B cadat oblique in superficiem imperviam C. Radius duos æquivalenter ad hanc superficiem motus habet, nempe motum A D superficiei parallelum, & A B perpendicularem; quibus viribus compositis describet in incidentia diagonalem A C. At neuter motus in ictu perit; *motus* enim *parallelus* A D nullum in plano obstaculum offendit; & *perpendicularis* A B totus a plani C resistentia extinctus, totus ad partes oppoli-

tas a radii reactione restituitur. Ergo radius AC post ictum eadem motus quantitate pollet, qua ante ictum; motu nempe CD superficiei C perpendiculari, & motu CM illi parallelo; ergo radius in C reflexus describet diagonalem CN ex compositis viribus CM = AD, & CD = AB.

Sunt ergo anguli incidentiæ ACD, & reflexionis DCN omnino æquales. In triangulis enim ACD, DCN latus CD commune est; latera vero AD, DN sunt æqualia; sunt enim ex motu radii parallelo, qui ante, & post ictum idem est, plano nihil obsistente. Tandem latera AC, NC æqualia sunt; ab iisdem enim viribus conspirantibus fluunt, altera plano parallela, altera perpendiculari. Sunt ergo triangulorum ACD, DCN latera singula singulis alterius æqualia; ergo & anguli æqualibus angulis oppositi sunt æquales: ergo ACD = DNC; ergo ACB complementum primi æquale est ipsi NCM complemento alterius; ergo anguli incidentiæ, & reflexionis sunt omnino æquales. Q. E. D.

945. NOTA. Superficies reflectentes esse possunt vel planæ, vel convexæ, vel concavæ, vel mixtæ, nempe partim planæ, partim curvæ. In quovis casu (*Fig.* 37),

I. *Radius perpendiculariter in superficiem imperviam cadens quamcumque semper post ictum in se redit*; nullum enim alium motum ad hanc superficiem habet, præter perpendicularem: hic incursu extinguitur, & elasticitate in partem oppositam restituitur.

II. *Radii in superficies quasvis impervias incidentes reflectuntur ab incidentia puncto, quod ut infinite parva superficies haberi debet, cum hac facientes angulum reflexionis angulo incidentia æqualem.* Assertio hæc est præcedentis theorematis corollarium.

Di-

Directio radii reflexi.

946. EXPERIMENTUM. Si in ſpeculum M cadat oblique radius (*Fig.* 37.),

I. Radius incidens A M, & reflexus M R ſemper ſunt in eodem plano B A F M ſpeculo M perpendiculari.

II. Si ſpeculum M ſit convexum, aut concavum, *planum ductum per directionem radii incidentis, & reflexi tranſibit per centrum curvaturæ*, puta C.

III. Datis oculi R, objecti radiantis A, & ſpeculi plani M poſitionibus, ſi ad ſpeculum ducantur normales B A, F R, & rectæ B R, F A, *punctum ſpeculi reflectens erit in* M, in perpendiculari ducta a puncto interſectionis D ad ſpeculum M.

Imperfectus radiorum ſolarium parallelismus. (*Fig.* 40.).

947. EXPERIMENTUM. Sint ad feneſtram V V tubi duo inter ſe paralleli, diametro trium, aut quatuor linearum, per quos tranſeant radii duo ſolares A B, D E, qui cadant in ſpeculum planum M N.

EFFECTUS. I. Radii hi erunt in incidentia ad ſenſum paralleli, ſi parva ſit feneſtræ a ſpeculo diſtantia; quin & in reflexione in parva a puncto reflectente diſtantia erunt ad ſenſum paralleli.

II. Radii hi reflexi B C, E F, quo magis a punctis reflectentibus recedunt, magis invicem accedere videntur: quare ſi in *n* ad diſtantiam pedum octo, vel decem a ſpeculo tantum pollicem invicem diſtant, ut in *a*; ad pedes 1000, vel 2000 a ſpeculo in *x* ſeſe contingent, vel lineas aliquot dumtaxat invicem diſtabunt.

III. Si radii alterutrius reflexi diametrum in *n* prope speculum, & valde a speculo procul in *x* dimetiatur; invenietur radius, puta B C, minori diametro in *n*, quam in *x*: eumque non cylindrum esse, sed conum truncatum crescentem quo magis e a puncto reflectente B recedit.

948. COROLLARIUM. *Filamenta lucida, quibus constat radius reflexus, aliquanto convergunt. Hoc etsi in parva distantia non appareat, in magna tamen detegitur.* (*Fig.* 41)

EXPLICATIO. I. Sol nobis apparet sub angulo optico minutorum ferme 32. Quare radii a toto astri limbo ad punctum idem D speculi plani M N venientes aliquanto convergunt, & efficiunt conum A D B, cujus vertex insistit puncto reflectenti D, & basis est totus discus solaris.

II. Filamentum lucidum A D a superiore solis limbo adveniens speculo occurrit in D sub angulo incidentiæ A D M, & reflectitur sub æquali angulo N D *a*. Alterum filamentum lucidum B E ab inferiore solis limbo adveniens speculo occurrit in D sub angulo incidentiæ B D M minore minutis ferme 32 angulo A D M; & reflectitur sub angulo N D *b* æquali ipsi B D M, & minore, quam N D *a*, minutis ferme 32. Quare radiorum *a* D *b* fasciculus filamentis constat divergentibus, quæ spatium eo majus occupant, quo magis a puncto D reflectente recedunt.

III. Si in punctum R incidat similis conus lucidus A R B, hic reflexus efficiet conum *v*R *x*. Quum coni hi *a* D *b*, *v*R*x* parum admodum a cylindris differant ob exiguam filamentorum divergentiam, prope puncta reflectentia apparent paralleli; at non item in magna ab his punctis distantia.

IV. Hinc apparet *quare luce solis a speculo plano reflexa eo majus spatium occupet, quo magis a speculo recedit.* Quodvis enim speculi punctum

ctum radiorum divergentium *a* D *b*, *v* R *x* fasciculum reflectit, quorum summa solis speciem efficit eo majorem, quo magis a speculo distat.

Lucis reflexione generatim perpensa, illam in speculis planis, convexis, & concavis reflexam considerabimus. Ad calcem articuli de immediata reflexionis causa nonnulla subjiciemus.

PARAGRAPHUS PRIMUS.

SPECULA PLANA.

949. EXPERIMENTUM. Quum plures radii in diversa speculi plani puncta oblique incidunt (*Math.* 523),

I. (*Fig.* 40). Si radii A B, D E incidant *paralleli*, reflexi quoque B C, E F paralleli perseverant.

II. (*Fig.* 42). Si radii A *n*, A *m* in speculum R Z incidunt *divergentes*, æque divergentes *n* N, *m* O reflectuntur.

III. Si radii A *n*, B *v* incidunt *convergentes*, & non in idem speculi punctum, æque convergentes *n* N, *v* N reflectuntur.

IV. Si radii convergentes A D, B D (*Fig.* 41) in idem speculi punctum *coincidunt*, reflectuntur divergentia æquali convergentiæ, quam ante reflexionem obtinebant.

Horum ratio est, quia in uniformem ubique superficiem hi radii incidunt, cum qua ubique angulos reflexionis angulis incidentiæ æquales efficiunt (944): unde in illis post ictum, (modo non coincidant) par parallelismus, convergentia, aut divergentia servari debet.

THEO-

THEOREMA.

950. *Si speculo plano* R Z *objiciatur objectum quodvis* A B (*Fig.* 42),

I. *Imago objecti post speculum apparebit ad distantiam æqualem distantiæ objecti a speculo.*

II. *Imago hæc objecto perfecte similis, & æqualis erit.*

III. *Imago hæc ipsam objecti positionem obtinebit; at quæ partes in objecto dextera sunt, in imagine erunt sinistra.*

EXPLICATIO. Jam diximus, objecta lucida, aut illuminata imaginem suam in oculis pingere, atque hanc nihil esse, præter varios lucis, & umbræ gradus (909, 911). Objecta quoque imaginem suam in speculo pingunt; atque hæc a plano ad oculos reflectitur quum sunt in directione imaginis reflexæ.

Quum objectum directe conspicimus, videmus objectum ipsum ex imagine in retina picta: quum objectum in speculo inspicimus, ejus imaginem post speculum videmus, ubi objectum non est. Hanc porro imaginem per partes considerabimus theorema ipsum per partes demonstrantes.

DEMONSTRATIO I. *Imago objecti æque distans post speculum videri debet, ac objectum a speculo distet.*

I. Ab omnibus objecti illuminati punctis sensibilibus quaquaversum reflectuntur coni lucidi (892), quorum plærique recta feruntur in speculum planum R Z, & ab illo reflectuntur sub angulo æquali (944).

II. Inter radios omnes divergentes a puncto A tamquam a centro sphæræ procedentes, & ab omnibus speculi R Z punctis reflexos exigua tantum portio *n* A *m* sub angulis reflexa angulis incidentiæ æqualibus ad oculum N O fertur. Ceteri quoque pari ratione reflexi aut supra oculum N O, aut infra, aut ad latera ferun-

runtur: oculo itaque inutiles sunt, illos propterea negligemus.

III. Quum natura duce objecta ad verticem coni lucidi oculum afficientis referamus (912); punctum A referemus ad punctum *a*, ad quod concurrunt lineæ N*n*, O*m* conum lucidum N*nm*O circumscribentes, quo cono punctum A oculum afficit, & in retina pingitur. Eadem ratione objecti punctum B visum per radios B*v*N, B*f*O referetur ad *b* post speculum.

Quæ theoria ostendit extrema objecti puncta A, & B videri debere in *a*, & *b* post speculum, ostendet quoque intermedia objecti puncta E visum iri positione intermedia in *e* post speculum.

IV. Ostendendum modo, imaginem *a b* æque a speculo distare, ac distet objectum A B. Quum radii singuli A*n*, A*m*, B*u*, B*f* faciant cum speculo angulum reflexionis angulo suæ incidentiæ æqualem (944), radii A*n*, A*m*, tum & B*v*, B*f* ad oculum post reflexionem advenient eadem divergentia, qua in speculum inciderent (949): ergo conus imaginarius *m a n* omnino æqualis est vero cono *m* A *n*, ut conus imaginarius *f b v* vero cono *f* B *v* æqualis est.

Transferamus ergo conum *n* A *m* a speculo reflexum supra fictitium *n a m* post speculum; & alium *v* B *f* supra fictitium *v b f*: duo veri coni, quorum vertex est ad objectum A B, cadent supra fictitios, quorum vertex est ad imaginem *a b*. At postremorum vertices sunt puncta, ad quæ post speculum referimus quodvis imaginis objecti A B punctum (912): ergo quodvis hujus imaginis punctum post speculum tantum a speculo distat, quantum objectum. Q. E. D.

DEMONSTRATIO II. *Imago objecti apparebit objecto æqualis, & similis.* Apparebit æqualis; quum enim reflexio radiorum A*n*, B*v* ab extremis objecti A, & B procedentium convergentiam non immutet (949); & objectorum

ap-

apparens magnitudo pendeat ab angulo optico, ſub quo videntur (916); jam imago *a b* ſub angulo *a* N *b* viſa ejuſdem apparebit magnitudinis, cujus appareret objectum in *a b*, ſeu viſum a puncto *x* ſub angulo A *x* B ipſi *a* N *b* æquale.

Imago *a b* erit objecto ſimilis. Quum enim ſpeculum planum achromaticum radios ab objecto A B emiſſos uniformiter reflectat: lucidiores objecti partes & in imagine erunt magis illuminatæ; partes coloratæ objecti eoſdem & in imagine colores referent. Quare omnes imaginis partes erunt, ut analogæ objecti partes, illuminatæ, coloratæ, diſpoſitæ. Q. E. D.

DEMONSTRATIO III. *Imago eandem partium poſitionem habebit, quam objectum.* Quum enim ſpeculum planum radiorum, quos reflectit ordinem, & poſitionem non immutet; jam pars ſuperior *a* imaginis ſuperiorem objecti partem A referet, inferior *b* inferiorem B objecti. Quum vero imago fiat a radiis procedentibus ab objecti punctis inæqualiter illuminatis; imago, & objectum eandem partem illuminatam exhibere debent. Quare *pars in objecto dextera in imagine erit ſiniſtra*, quaſi pictura chartæ ſuperpoſitæ impreſſa; ſeu ſicuti res ſe habet quum duo homines ſeſe alter alterius e regione ſtatuunt. Q. E. D.

NOTA. Si objectum A B non ſit ſpeculo R Z parallelum, & punctum B, exempli cauſa, magis diſtet, quam punctum A; imago erit ſpeculo inclinata, ut & objectum, & punctum *b* imaginis magis a ſpeculo diſtabit, quam *a*, quantum punctum B objecti magis a ſpeculo diſtat, quam A.

Coni enim lucidi *n* A *m* = *n a m*, & *v* B *ſ* = *v b ſ* in unum punctum eo remotius concurrunt, quo longiori ad oculum ſemita pervenerunt (914).

COROLLARIA.

951. COROLLARIUM I. *Objecto ad speculum planum accedente imago accedere, recedente recedere videtur* (*Fig.* 42).

EXPLICATIO. Conus lucidus *n* A *m* punctum A, exempli gratia, in oculo pingens post reflexionem directione *n* M, & *m* O eo longius terminatur post speculum, quo ab objecto remotiore advenit; & vice versa eo propius terminatur, quo a propiore objecto procedit (914). At nos semper quodvis objecti punctum referimus ad apicem coni lucidi, quo oculus afficitur (912).

952. COROLLARIUM II. *Quum speculum, & objectum sunt parallela, & oculus a speculo aque distat, ac objectum; pars speculi reflectens est objecto, & imagine dimidio minor.*

EXPLICATIO. Objectum A B a puncto *x* videbitur sub angulo A *x* B; idem objectum a puncto N videtur sub angulo *a* N *b*. Linea *n v* bifariam secans angulos hos sectione basibus AB, *a b* parallela, est hisce basibus dimidio minor (*Math.* 405). At linea *n v* metitur partem speculi reflectentem radios ab objecto A B ad oculum O N venientes; ergo pars speculi ad oculum O N reflectens est dimidia imaginis A B, & *a b* objecto æqualis.

Quamobrem qui se in speculo aspicit, nequit se totum videre, nisi speculum sit saltem dimidiæ ejus altitudini, & latitudini æquale. Poterit tamen in speculo objecta se majora videre, modo ipse prope speculum sit, objecta procul; lineæ enim divergentes N *v* B, N *n* A indefinite ultra objectum A B productæ objectum cujuscumque magnitudinis complecti poterunt, quod in oculo pingetur ex reflexione a speculi parte *n v*.

953. COROLLARIUM III. *Si in speculo plano horizonti parallelo spectetur objectum horizon-*

ti

ti perpendiculare; ejus imago apparebit perpendicularis, & inversa (*Fig.* 46).

EXPLICATIO. Sit R Z speculum horizontale: A B objectum verticale: G H oculus spectatoris. Objecti punctum A pingitur in oculo radiis reflexis A *r* G, A *s* H; videbitur ergo in *a* ad extremas lineas G *r a*, H *s a* oculum luce afficientes (912). Pari modo objecti punctum B in oculo pingitur radiis reflexis B *m* G, B *n* H: videbitur ergo in *b* ad extremas lineas G *m b*, H *n b*. Ita quoque simili positione cetera puncta objecti intermedia referentur in imagine *b a* perpendiculari, & inversa: objecti punctum E in imagine pingetur in *e*.

954. COROLLARIUM IV. *Si in speculo plano 45 gradus ad horizontem inclinato inspiciatur objectum horizonti perpendiculare, ejus imago apparebit horizontalis* (*Fig.* 44).

EXPLICATIO. Sit R Z speculum: A B objectum verticale: G H oculus spectatoris: *a b* erit imago objecti. Punctum enim A objecti in oculo pingitur a radiis reflexis A *x* H, A *s* G, & videtur in *a* ad punctum, in quod coincidunt radii producti G *s*, H *x*. Pari modo objecti punctum B in oculo pingitur a radiis reflexis B *m* H, B *n* G, & videtur in *b*. Puncta intermedia D objecti ab analogis punctis *d* imaginis horizontalis *a b* referentur.

955. COROLLARIUM V. *Cum speculum planum circa se convertitur coram objecto; imago objecti duplum spatium percurrit illius, quod percurrit objectum, quod circa speculum immobile convertatur.*

EXPLICATIO. Quum objectum verticale in speculo horizonti perpendiculari repræsentatur, imago objecti est speculo parallela. Si vero speculum ad 45 gradus ad horizontem inclinetur, imago objecti eadem qua speculum directione percurrit arcum graduum 90, & fit horizonti parallela. Si speculum moveri perget do-

nec

nec arcum percurrerit graduum 90, & fuerit horizonti parallelum, imago objecti eodem tempore semicirculum percurrit, & fit inversa & horizonti perpendicularis. Duplum ergo speculi imago motum habet.

Ratio huius est, quia radius reflexus, quum speculum movetur, locum mutat & ratione anguli incidentiæ, & ratione anguli reflexionis; quare radius reflexus objectum in oculo pingens duplum speculi motum habet, & imaginis motum efficit duplum illius, quo movetur speculum. Exempli causa: (*Fig.* 45)

Sit speculum planum MR, in quod incidat radius SN. Hic angulum reflexionis angulo incidentiæ æqualem faciens in oculum feretur in V; & objectum S videbitur in *s* ad extremitatem radii VN (912). Si speculum circa se conversum ad punctum N decem gradibus inclinetur ab MR in *mr*: angulus incidentiæ SN*m* minor erit 10 gradibus quam præcedens incidentiæ angulus SNM: ergo & angulus reflexionis XM*r* decem gradibus minor erit præcedente reflexionis angulo VNR. Ab hoc angulo VNR aufer decem gradus VT ratione inclinationis R*r* speculi; & decem gradus TX ratione reflexionis radii a speculo: remanebit angulus XNR, qui cum angulo RN*r* efficiet angulum reflexionis *r*NX radii SN cum speculo *mr*. Radius SN ad oculum feretur in X, & objectum S videbitur in *x*. Itaque imago objecti percurrerit arcum *s t x* graduum 20, dum speculum tantum percurrerit arcum M*m*, vel R*r* graduum 10; ergo imago duplum speculi motum habere debet. Exemplum alterum (*Fig.* 48).

Sit speculum planum MR horizonti perpendiculare dum objectum S, & oculus O in his punctis sistunt. Radius SNO objectum S oculo exhibet in *s*: alter radius SVT infra oculum O in T cadit. Inclinetur speculum MR in *m n*: radius SNO reflectetur ad P supra oculum;

& al-

& alter radius SVT, qui ad T reflectebatur, quum speculum erat verticale, eo magis ad oculum accedet quo magis speculum inclinabitur motu duplo motus speculi, ut supra explicavimus; & fiet radius S*a*O, qui objectum S exhibebit in *x*. Imago objecti videbitur percurrisse arcum *fx* duplum arcus M*m* a speculo percursi.

956. COROLLARIUM VI. *Si plura specula plana ita disponantur, ut singula specula radium ab eodem objecto venientem in eundem oculum reflectant; ejus imago directe toties videbitur, quot sunt specula reflectentia.*

Videbitur enim objectum in verticibus conorum omnium illud in oculo pingentium. (912)

957. COROLLARIUM VIII. *Imago objecti in eodem speculo plano sapius repeti potest.* (Fig. 43.)

EXPLICATIO. Explicanda est illusio optica a duobus speculis planis parallelis, altero alterius e regione posito, exorta. Lampas inter illa suspensa sæpius imaginem suam in eodem speculo repetit in seriem. Prima imago vividior est, & propinquior: altera minus vivida, & remotior: tertia adhuc minus vivida, magis distans; atque ita porro, donec radii repetita reflexione languentes non amplius sensibiliter oculum afficiant.

Sint duo specula parallela MR, TZ, inter quæ ad æqualem ab utroque distantiam sit aut lampas accensa, aut aliud objectum S. Hujus radii sæpius a primo speculo ad alterum, & ab hoc ad illud reflectuntur.

I. Oculus in O objecti S imaginem videt in *a* per radium semel reflexum SXO: hæc imago tantum distat post speculum, quantum objectum S a speculo (950)

II. Oculus O videt deinde imaginem objecti S in *b* per radium bis reflexum S*tv*O. Imago hæc *b* duplo, quam prior, post speculum distat; radius S*tv* O, a quo in oculo pingitur, duplum spatium

tium percurrit, quam radius SXO (914). Imago hæc *b* languidior eſt præcedente *a*; radius enim, a quo pingitur, duas reflexiones ſubiit, quibus languidior effectus fuit, & duplum ſpatium percurrit, magis magiſque rarefactus. (*)

III. Oculus O adhuc imaginem objecti S videt in *c* ex radio ter reflexo *Spqr*O. Imago hæc adhuc minus clara, & triplo remotior apparet; radius enim, a quo pingitur, triplum primi iter peregit.

IV. Oculus O iterum imaginem objecti S videt in *d* ex radio quater reflexo *Sklmn*O. Imago hæc præcedentibus languidior, & remotior eſt; radius enim a quo pingitur, plures præcedentibus reflexiones ſubiit, & longius iter peregit.

V. Videbit quoque oculus alias objecti S imagines in directione *a ef* ex aliis radiis quinquies, ſexies, ſepties, octies a ſpeculo ad ſpeculum reflexis. Quum vero lux hæc magis, magiſque langueſcat, quo magis ab objecto radiante recedit, & quo plures reflexiones ſubit, ceſſat tandem oculum ſenſibiliter afficere. Quo lux objecti S vividior eſt, & quo ſpecula propinquiora, eo major eſt imaginum numerus in directione *a b c d e f*.

958. NOTA. Hæc omnia in duobus parvis ſpeculis planis, candela accenſa interpoſita, obſervari poterunt. (*Fig.* 43)

I. Si candela S æque diſtat a ſpeculis MR, TZ, imagines *a*, *b*, *c*, *d*, *e* æque invicem diſtabunt.

II. Si candela S rubra ſit ſpeculum MR verſus, ſpeculum vero TZ verſus alba, prima imago

(*) *Ejus partibus hac illac in reflexione irregulariter projectis pluribus, atque diſperſis*. Interpres.

go *a* rubra erit, altera *b* alba, tertia *c* rubra, quarta *d* alba; atque ita porro. Oppositum contingeret, si oculus ad speculum TZ converteretur: in eo similem imaginum seriem videret, quarum prima alba esset, altera rubra, tertia alba, quarta rubra; atque ita porro. Quodvis enim, speculum primo in oculum radios reflectit a parte objecti illi obversa procedentes.

III. Si objectum S ad speculum MR accedat, aut ab eo recedat, prima imago *a* accedit pariter, aut recedit. (951)

IV. Quum objectum S speculo MR est valde proximum, & ab alio TZ valde remotum; prima imago *a* valde prope speculum visa ab alia *b* valde distat: radius enim bis reflexus S*tv*O multo longius iter peregit, quam radius semel reflexus SXO (914). Verum tertia imago *c* parum a secunda *b* distat; radius enim ter reflexus S*pqr*O vix longius iter peragit radio bis reflexo S*tv*O.

Quum lampas uni speculo valde propinqua est & ab altero valde dissita, imagines exhibentur tamquam series columnarum geminatim dispositarum.

§. II.

SPECULA CONVEXA ET CONCAVA.

959. DESCRIPTIO I. *Speculum convexum* (*Fig.* 50) est segmentum convexum APB sphaeræ, materia constans luci impervia, in externa curvatura perpolitum. Punctum C est centrum curvaturæ: punctum P est polus speculi: linea indefinita PCD est ejus axis.

960. DESCRIPTIO II. *Speculum concavum* est segmentum concavum MPR sphæræ, materia constans luci impervia, in intima superficie peh-

perpolitum. Censet Volfius, specula concava, quæ sint maximæ sphæræ portio, segmentum esse debere M P R 18 gradus non excedens; specula, quæ minimæ sphæræ portio sint, ad 30 gradus extendi posse.

I. *Centrum curvaturæ* dicitur centrum sphæræ M R D M, cujus peripheriæ portio est ipsum speculum M P R,

II. *Speculi polus* dicitur punctum P ab omnibus sectionis circularis R M R speculi punctis æque distans.

III. *Axis speculi* dicitur recta P C N per polum, & per curvaturæ centrum transiens.

IV. *Speculi focus* dicitur spatiolum F, in quod radii paralleli a speculo reflexi colliguntur. Nomen ortum traxit ab incendio, quod radii solis a speculo concavo in punctum hoc F, aut simile collecti excitant.

961. DESCRIPTIO III. *Speculum cylindricum* illud est, cujus superficies reflectens cylindrica est: *speculum conicum* superficiem reflectentem conicam habet; atque idem dicas de aliis speculis reflectentibus, quæ omnia luci impervia esse debent.

Specula convexa, concava, cylindrica, pyramidalia passim metallica sunt. Eorum materia constare solet cupri partibus octo, pyritis partibus quinque, stamni parte una, cui aliquando paululum antimonii, & salis ammoniaci additur.

Quum horum speculorum effectus unice a radiorum reflexione pendeant; jam materia quævis apta lucem reflectere speculis his conficiendis apta est. Ex crassiore charta auro, aut argento obductaj fiunt, quæ satis efficacia sunt: ex vitro quoque fiunt stamno obducto, ut specula communia.

EXPERIMENTA.

962. EXPERIMENTUM I. *Quum plures radii in speculum convexum* K V H *oblique incidunt*, (*Fig.* 53) I. Si

I. Si radii A *a*, R *r* *incidant paralleli*, in reflexione *a b*, *r ſ* divergent.

II. Si radii *b a*, *ſ r* *incidunt convergentes*, nec ad curvaturæ centrum C directi, minus convergentes *a* A, *r* R reflectentur. Poteſt convergentia ita imminui, ut paralleli fiant, aut divergentes in reflexione *a* T *t*, *r* T *t*.

Si radii convergentes ad centrum curvaturæ convexæ dirigerentur; eſſent ſpeculo perpendiculares, & in ſe reflecterentur. (944).

III. Si radii T *a*, T *r* *incidunt divergentes*, magis divergentes reflectentur *a v*, *r z*)

Horum ratio eſt, quia ſpeculum convexum K V H cenſeri debet conſtans infinitis minimis ſuperficiebus planis *a r*, quarum quælibet poſitionem habet a ſibi proxima divergentem. Ergo radius quilibet diverſo modo reflecti debet, ſemper cum parva ſuperficie *a*, aut *r*, in quam incidit, angulum reflexionis faciens ſuæ in hanc minimam ſuperficiem incidentiæ æqualem. (944)

963. EXPERIMENTUM II. *Quum plures radii in ſpeculum concavum* KPH *oblique incidunt*, (*Fig.* 53)

I. Si radii M *m*, N *n* *incidunt paralleli*, in reflexione *m* X, *c* X convergent.

II. Si radii M *m*, N *n* *incidunt convergentes*, in reflexione adhuc magis convergent; unde & in unum punctum X concurrere poterunt, ultra quod procedent divergentes.

III. Si radii X *m*, X *n* *divergunt*, *quin a curva centro procedant*, in reflexione *m* M, *n* N minus divergent. Hæc imminutio eo progredi poteſt, ut fiant paralleli, imo & convergentes.

Si radii divergentes a curvaturæ centro C procederent, ſinguli ſuæ ſuperficiei reflectenti perpendiculares eſſent, & in ſe reflecterentur.

Horum ratio eſt, quia ſpeculum concavum K PH cenſeri debet conſtans infinitis minimis ſuperficiebus planis invicem convergentibus. Ergo quilibet radius diverſo modo reflecti debet,

ſem-

ſemper cum ſua ſuperficie angulum reflectionis faciens angulo ſuæ in illam incidentiæ æqualem.

964. EXPERIMENTUM III. *Specula concava pro omnibus radiis non eundem focum habent.* Alius enim focus eſt parallelorum, alii ſunt convergentium, alii divergentium. Experientia conſtat (*Fig.* 51)

I. *Radiorum parallelorum* A B, D E, M P *focum* eſſe inter polum P, & curvaturæ centrum C in exiguo ſpatio F ferme ad dimidium radium curvaturæ C P.

Dico *in exiguo ſpatio*, non in puncto F; neque enim curvatura ſphærica eſſe deberet, ut omnes radii a ſpeculo reflexi in unicum punctum concurrerent. Ita non concurrunt niſi radii axi M P proximi: ceteri in exiguum ſpatium circa punctum F coincidunt.

Dico quoque *ferme ad dimidium radium curvaturæ*; neque enim focus radiorum parallelorum accurate ad dimidium curvaturæ radium eſt, ſed polo P paulo piopinquior, quam curvaturæ centro C, inter quartam, & quintam diametri P C D partem. (*Fig.* 52)

II. *Radiorum convergentium* N *g*, H *i* (*fig.* 51) *focum* eſſe ſpeculo propinquiorem in K, inter oclum P, & radiorum parallelorum focum F. Quo magis radii hi convergunt, eo magis eorum focus K ad ſpeculi polum P accedit.

III. *Radiorum divergentium* R *m*, R *o* *focum* eſſe in M magis a ſpeculo diſtantem foco parallelorum AB, DE: radiorum minus divergentium M *m*, M *o* focum eſſe in R parallelorum foco F propinquiorem: radios multo magis divergentes K *g*, K *i* procedentes a puncto inter ſpeculum, & focum radiorum parallelorum focum non habere, etſi ref exi minus divergant, ut *g* N, *i* H.

Quum radii divergentes F B, F E a foco F profecti reflectantur paralleli BA, ED; jam radii R *m*, R *o* a remotiore puncto venientes in reflexione convergent. Horum enim angulus inci-

dentiæ minor eſt, quam ſi a foco F procederent: hinc paralleli nunquam erunt, & ad majorem, minoremve diſtantiam M verſus concurrent.

IV. Radii Rm, Ro remotius concurrent, quo a puncto R foco F propiore procedunt; eo propius, quo a puncto R a foco F, & a ſpeculo P remotiore advenient: ut ſcilicet magis, minuſve ad parallelos A B, D E accedent, ubi in punctum F concurrerent. Si a curvaturæ centro C adveniant, convergentes in ſe reflectentur ad C; tunc enim erunt omnes ſuperficiei reflectenti perpendiculares.

965. EXPERIMENTUM IV. *Si ſpeculum concavum R P M ita ſoli obvertatur, ut e'us axis P C N indefinite productus per centrum ſolis tranſeat*; (ſpeculum MNA in hoc experimento non apparet) (*fig.* 52)

I. Solis radii Mm, N P, A a omnes ad ſenſum paralleli, utpote in parvo ſpatio minimum divergentes (947), reflectentur omnes in exiguum ſpatium F, qui ſpeculi focus eſt, & ferme ad dimidium eſt curvaturæ C P radium.

Ratio hujus eſt, quia ſpeculum concavum M P R conſtat infinitis minimis planis invicem convergentibus; quare ſinguli ſolis radii paralleli quum reflexionis angulum faciant cum plano, in quod incidunt, angulo incidentiæ æqualem, omnes ad F reflectuntur.

II. Corpus in F poſitum ab hiſce radiis in unum collectis comburetur, aut in calcem reddetur; at non item ſi extra punctum F propius ipſi C, vel P: radii enim ſolares m F, P F, a F tantum ad punctum F concurrunt, & ſimul agunt. Hinc apparet cur ſpecula cauſtica, quæ ſunt ſegmenta concava ſphæræ ad datam tantum diſtantiam, quæ ferme eſt dimidius curvaturæ radius, comburant. (964)

966. EXPERIMENTUM V. *Si in foco F ſpeculi concavi, ad æqualem ferme a polo P, & a centro C diſtantiam candela accenſa collocatur*: (*fig.* 52)

I. Ra-

I. Radii omnes divergentes F*a*, FP, F*m* reflectentur axi PN paralleli: quare videbitur e speculo exire cylindrus lucis vividissimus, qui ad magnam distantiam percipietur. Radii quippe a candela emissi idem præstant, quod radii reflexi a speculo in præcedente experimento. Candelæ radii singuli cum plano, in quod incidunt, angulos facientes incidentiæ, & reflexionis æquales directionibus *m* M, PN, *a* A parallelis reflectuntur.

Hisce principiis lampades duplici ellychnio Parisienses vias noctu illustrantes constructæ sunt. Post quodvis ellychnium F situm est parvum speculum concavum excavatum RPM, quod focum habens in ellychnio F, aut paulo ultra utrinque secus viam ingentem lucis cylindrum, aut conum reflectit: In superiori laternæ parte ingens speculum concavum situm est, in duas sectiones divisum, quod focum habens ad ellychniorum distantiam, aut paulo ultra, ingentem lucis cylindrum, aut conum supra solum reflectit.

II. Cylindrus lucidus a speculo concavo MPR ejectus in aliud speculum, concavum MNA receptus ad 20, aut 30 pedum distantiam, adhuc in eundem focum *f* concurret, ubi vividissimam lucem exhibebit.

Hæc principia sequendo experimentum fieri potest sane mirum, & perjucundum. Ad focum F statuatur carbo accensus. Follis duplicis tubus in directione CF positus perpetuo hujus carbonis calorem in speculum MPR proijciat: moleculæ igneæ reflectentur directionibus parallelis *m*M, PN, *a* A, & cylindri ignei speciem efficient. Si in N ad 20, aut 30 pedum distantiam statuatur aliud speculum concavum primo parallelum, ita ut eorum axes congruant; cylindrus igneus a primo speculo veniens ab altero reflectetur, & in focum *f* colligetur, ubi ignitabulum, vel pulverem pyrium accendet; uti sæpius Nolletus expertus est.

COROLLARIA.

Specula catoptrica convexa, concava, cylindrica, conica plura jucunda phænomena exhibent quæ nos singillatim non persequemur. Præcipua tantum explicabimus; cætera lectoris sagacitati explicanda relinquemus; omnia siquidem a statutis principiis descendunt.

967. COROLLARIUM I. *In speculo convexo imagines minus, quam in plano remotæ apparent*. (*fig.* 54)

EXPLICATIO. Radii divergentes S*m*, S*n* ab eodem puncto radiante profecti magis divergunt in reflexione *m*C, *n*D (962). Ergo radii hi reflexi C*m*, D*n* coincidunt, & objectum exhibent in *f* (812) propius speculo convexo T*mn*V, quam si planum esset. (950)

968. COROLLARIUM II. *Imagines in speculo concavo visæ magis remotæ sunt, quam in plano*. (*fig.* 49)

EXPLICATIO. Radii divergentes A*r*, A*x* ab eodem puncto radiante profecti in reflexione *r* N, *x* O minus divergunt (965). Radii hi itaque reflexi N*r*, O*x* coincidunt, & objectum ostendunt in *a* remotius a speculo concavo T P V, quam si illud planum esset.

969. COROLLARIUM III. *In speculo convexo objectorum imagines minores sunt, quam in plano*. (*fig.* 57)

EXPLICATIO. Videatur objectum A C ab oculo O, in speculo convexo B D prope speculum in *a c* (967). Radii convergentes AB, C D ab objecti extremis procedentes, ut ad oculum adveniant, fiunt minus convergentes in reflexione BP, DO (962). Objectum ergo AC videbitur in *a c* sub angulo optico *a*O*c*, qui minor erit, quam si radii O B, OD, quibus efficitur, reflecterentur ita convergentes, ut inciderant.

Si speculum convexum *x*BD planum esset, nec

radii

radii AB,CD post reflexionem minus convergerent; objecti imago videretur sub angulo optico *x* O *c* majore, quam *a*O*c*: major ergo hæc imago videretur. (917)

970. COROLLARIUM IV. *Objectorum in speculo concavo visorum imagines majores sunt, quam in plano.* fig. 55

EXPLICATIO. Videatur objectum MN ab oculo R in speculo concavo V X valde procul post speculum in *m n* (968). Radii MV, NX ab extremis objecti procedentes, ut ad oculum veniant in R, in reflexione VR, XR magis convergunt (963): ergo objectum MN videbitur sub angulo optico *m* R *n* majore, quam si radii R V, R X, quibus efficitur, a speculo plano reflecterentur, a quo eorum convergentia non augeretur.

Imagines in speculis, & extra specula.

971. OBSERVATIO I. Specula plana, convexa, cylindrica semper objecti imaginem exhibent post superficiem reflectentem. Specula hæc semper sunt inter imaginem, & oculum spectatoris.

Non ita se res habet in speculis concavis. Imago objecti in his modo post superficiem reflectentem, modo ante apparet, aliquando inversa. Pendent hæc omnia a modo quo radii a speculo reflectuntur, & ad oculum adveniunt. Ratio & experientia concordes probant. (*fig.* 49)

I. Quum objectum ante speculum concavum situm est inter focum F, & polum B, puta in A, *imaginem videri post speculum* in *a*, in axe producto. Tunc imago positione est satis objecto conformi, ut in figura 55: tunc non est inversa.

II. Quum objectum magis distat, quam focus F citra, aut ultra curvaturæ centrum C; *imago e speculo egreditur*, & magis, minusque progreditur pro diversa objecti a superficie reflectente distantia. Exempli gratia, objectum B vide-

tur, non post speculum, sed extra in H: at oculus esse debet ultra punctum H in M. *Tunc imago inversa est*: objecti pars suprema in imagine est infima, & vice versa. Ut phænomenon explicemus. (*fig.* 56)

Sit sagitta AB posita ultra focum F speculi concavi MN. Radii divergentes AM a puncto A profecti reflectuntur convergentes in *a*, unde divergentes ad oculum H adveniunt: ergo punctum A videtur in *a* (912). Ceteri radii divergentes BN a puncto B emissi reflectuntur convergentes in *b* (964), unde veniunt divergentes in H: ergo punctum B videtur in *b*. Ergo objecti AB imago videtur extra speculum in *ba*, positione inversa; radii enim illam in oculo pingentes sese ad F decussant antequam ad oculum H pertingant.

972. OBSERVATIO II. Si in *ab* collocetur charta alba, in quam cadant radii reflexi *a*M, *b*N; imago objecti AB in hac charta picta videbitur a pyramidibus lucidis M*a*, N*b*; & oculus in R hanc imaginem videbit per radios divergentes *a*R ex singulis imaginis punctis a charta reflexos. Si vero charta aut citra, aut ultra punctum collocetur, in quod concurrunt radii M*a*, N*b*; nulla erit imago; *radii enim ab eodem objecti puncto venientes puncti hujus imaginem non pingunt nisi in puncto, in quod concurrunt*; puncti A scilicet imaginem in *a*, & puncti B in *b*. Ex his sequitur, (*fig.* 56)

I. *Specula plana, convexa, cylindrica nunquam imaginem extra se pingere.* Nunquam enim concurrere faciunt radios divergentes ab eodem puncto profectos, quos reflectunt; sed divergentes, ut venerunt, relinquunt, aut magis divergentes in reflexione efficiunt.

II *Specula concava non semper, & ubique imaginem efficere*; etsi enim post reflexionem ex illis radii AR semper minus divergant, non semper fiunt quoque convergentes, & in punctum concurrentes. (*fig.* 49) III.

III. *Punctum, in quo ſpecula concava imaginem efficiunt, varias a ſpeculo diſtantias obtinere*, pro objecti a ſpeculo ultra focum diſtantia. Si punctum radians B ſpeculo magis admoveretur, ſemper tamen ultra focum F; radii B X H ad majorem a ſpeculo diſtantiam concurrerent, & imaginem efficerent ad punctum K. Si idem punctum B magis a ſpeculo diſtaret, radii B X H propius ſpeculo concurrerent, & imaginem effingerent. (964, IV.)

Imago H eo, ceteris paribus, vividior eſt, quo objectum B ſpeculo propius eſt: lux enim, quæ in punctum collecta objecti imaginem efficit, eo magis langueſcit, quo majus ſpatium ante reflexionem percurrit. Obſervatio hæc alibi dicta confirmat, imagines ſcilicet objectorum ſive in oculo, ſive extra oculum nihil aliud eſſe videri, præter lucem, & umbram. (911)

IV *Quum objectum in ſpeculi foco eſt, imaginem non haberi*: radii enim omnes divergentes ab eodem puncto radiante profecti reflectuntur paralleli, nec concurrunt. (966)

V. *Neque imaginem haberi quum objectum eſt in centro curvaturæ*. Tunc enim radii omnes confuſe in ſe ipſos redeunt, & promiſcue in idem punctum concurrunt; unde aut nulla imago, aut admodum confuſa.

973. COROLLARIUM V. *Si e ragione ſpeculi cylindrici horizonti perpendicularis objectum illi parallelum ſtatuatur: imago objecti æque alta erit, at minus lata, quam ſi ſpeculum planum eſſet.*

EXPLICATIO. I. Imago æque alta erit, ac in ſpeculo plano: plana enim infinite parva, quibus ſpeculum cylindricum conſtat, reſpectu altitudinis neque convergunt, neque divergunt. Quare hac ratione ſpeculo plano æquivalent.

II. Imago minus lata erit, quam in ſpeculo plano; plana enim infinite parva ſpeculi cylindrici omnia reſpectu latitudinis invicem ita di-

vergunt, ut in zonas circulares, seu polygona infinitorum laterum conformentur. Radii in minima hæc plana divergentia incidentes singuli diverso modo reflectuntur, & eo magis post reflexionem divergunt, quo planum reflectens eorum incidentiæ magis obliquum est. Exempli causa: (*fig.* 58)

Sit V Z zona circularis speculi cylindrici: A B objectum quodvis ab zona reflectente exhibendum: *r s* oculus speculum cylindricum aspisciens. A puncto A venit conus lucidus *d* A *c*; a puncto R alter conus lucidus *n* B *m* : zona reflectens est speculum convexum respectu radiorum in ipsam incidentium. Quum conus *d* A *c* in reflexione magis divergat (962), convertitur in *r a s*: ergo punctum A videbitur in *a*. (912) Pari modo quum conus *n* B *m* post reflexionem magis divergat, mutatur in *r b s*: ergo punctum B videbitur in *b*. Ergo objectum B videbitur in spatio admodum contracto *a b*. Objecti ergo A B in speculo cylindrico latitudo admodum minuetur, intacta altitudine. Hinc sequitur,

Primo, objectum regulare irregulari imagine a speculo cylindrico referri; unam enim dimensionem imago servat, altera mutata.

Deinde, objectum irregulare imaginem regularem in speculo cylindrico obtinere posse; potest enim hæc imago quidquid in latitudine objectum deforme habet amittere. Pro his speculis tabulæ pinguntur, quæ deforme quid tantum exhibent, at in his speculis opportuna positione sitis visæ imagines exhibent admodum regulares.

974. COROLLARIUM VI. *In speculo conico imagines ordine, & positione plurimum ab objecto diversæ apparere debent* (*Fig.* 60).

EXPLICATIO. Sit V K Z speculum conicum basi horizontali insistens: A M N R tabula, quæ undequaque a speculo conico referri potest; O oculus undequaque speculi conici superficiem reflectentem videns.

I. Spe-

I. Speculum conicum in altitudine V X, & ZV consideratum speculo plano horizonti inclinato æquivalet: objecta ergo horizonti inclinata exhibere debet positione magis, minusve horizonti inclinata (954).

II. Speculum conicum in latitudine consideratum est congeries zonarum circularium a basi ad verticem decrescentium: ita consideratum æquivalet infinitis speculis convexis diametro decrescentibus. Hoc ergo speculum verticale suppositum objectorum horizonti perpendicularium latitudinem imminuet (969) altitudine non immutata, quam dumtaxat ad horizontem inclinabit.

III. Oculus O videt objectum A per radium A *f* O, & objectum C per radium C *t* O. Ergo objectum A a speculo valde distans videbitur in *a* prope centrum speculi; dum objectum C speculo proximum videbitur in *c* valde procul a centro speculi. Pari modo objectum M videbitur in *m*, & objectum R in *r* semper in speculi basi, aut basim versus.

Omnia itaque hæc objecta in speculo conico videbuntur positione a sua ipsorum admodum diversa. Quare in speculo conico, ut in cylindrico, (973), objectum regulare imaginem admodum irregularem obtinebit, objectum vero admodum irregulare regulari imagine exhiberi poterit.

Specula caustica.

975. DEFINITIO. *Specula caustica* dicuntur, quæ solis radios in unum colligentia corpora in eorum foco sita incendunt.

I. *Specula alia caustica sunt refractione*: passim sunt hæc vitra convexa, & perpolita. De his articulo sequenti.

II. *Specula alia caustica sunt reflexione*: passim metallica sunt, concava, & superficie perpolita, qua radios solares in focum colligunt. De his tantummodo sermo.

Zonara, Tzetzes, Galenus, aliique historici complures a Tzetze memorati narrant, Marcello Syracusas obsidente Romanam classem ab Archimede non semel incensam fuisse speculis causticis a se inventis. Narrat quoque Zonara, a Proclo eodem artificio in Byzantina obsidione Vitelliani classem incensam fuisse. Si vera hæc sunt, Archimedes, & Proclus specula usurparunt illi similia, de quo mox agemus, pluribus scilicet speculis composita, & focum mobilem habentia. Certum est enim, specula simplicia, cujuscumque sint figuræ, & magnitudinis focum ad certam distantiam habere, citra, aut ultra quem non comburunt (965); ridiculum vero esset dicere, plures naves successive sese ad hunc focum statuisse, ut incenderentur.

976. EXPERIMENTUM. Homines duodecim, aut quindecim, aut viginti in arcum dispositi radios solis speculis planis vitreis, aut metallicis excipiant diametro trium, aut quatuor pollicum; & operam dent, ut hi solis radii in thermometri phialam duodecim, aut quindecim pedes distantis a speculis reflectantur.

EFFECTUS. Brevi thermometri liquor ascendet multo supra terminum, quem ante repercussos solis radios servabat.

EXPLICATIO. I. *Singula specula plana solis imaginem excipiunt*, seu quandam radiorum quantitatem, quam in thermometrum reflectunt. At quum singuli radii proprium ignem habeant, jam plures solis imagines simul collectæ, & in thermometrum reflexæ illi caloris gradum communicare debent omnium radiorum illud afficientium summæ proportionalem.

II. Quum sol nobis appareat sub angulo forme minutorum 32, *radii* ab astri hujus limbo venientes, & *in idem speculi plani punctum incidentes in reflexione aliquantum divergunt*, instar coni, cujus vertex in puncto reflectente sit (947); quare solis imago reflexa major est spe-

speculo reflectente, magisque augetur, quo magis a speculo recedit. Censet Fayus solis imaginem a speculo plano pedem quadratum lato ad 600 pedes reflexam speculo decies majorem esse.

III. Etsi lux solis a speculo plano reflexa languidior fieri debeat tum ex speculi vitiis, quod nunquam radios omnes incidentes reflectit, tum radiorum reflexorum divaricatione; ejusdem tamen Fayi experimentis constat, decimam radiorum partem a speculo plano diametro unius pedis ad 600 pedes reflexorum adhuc comburere potuisse, quum lente in focum colligerentur. Quare lux solis a speculo plano reflexa minus fortasse, quam putatur, languescit.

IV. Si magna lente vitrea magna radiorum solarium copia in focum colligatur (*Fig.* 47); radii hi calorem eo magis augent, quo densiores evadunt; & *caloris augmentum in majori ratione crescere deprehendemus, quam radiorum densitatem*. Sit enim radiorum densitas in $A = 1$, in $B = 4$, in $F = 9$; jam si calor in F ponatur $= 9$, minor erit, quam 4 in B; multo, ac multo minor, quam 1 in A.

Hinc sequitur, ignem hunc solarem, quocumque tandem modo id contingat, eo vehementiorem fieri, quo magis in unum colligitur; atque hoc caloris augmentum fieri & juxta quandam *densitatis proportionem* in radiis, & juxta aliam *propinquitatis proportionem* in iisdem radiis; sive quod radii quo propius invicem accedant, magis etiam affinitate sese mutuo attrahant, unde intime fermentescant, & vires augeant; sive (& verosimilius) quod actio radiorum jam aucta in ratione densitatis partibus igneis communicata inter corporum interstitia latentibus eas excitet ad incendium, quod radiorum actioni conjunctum mirum in modum eorum vires augeat.

V. Facile hinc intelliges, *qua ratione plures*

solis imagines supra idem thermometrum collectæ magnum ibi caloris augmentum parere debeant; & magis magisque supra idem objectum multiplicatis hisce imaginibus qua ratione incendium excitari possit, & corpus comburi.

977. PROBLEMA. *Pluribus speculis planis speculum causticum construere corpora ad diversas distantias comburens.*

SOLUTIO. I. In ingenti cratere sphærico concavo plurima parva specula plana vitrea, aut metallica disponantur ita, ut crateris axe ad centrum solis directo, omnia hæc specula in idem punctum ad pedes 150 solis imaginem reflectant. Experimento supra relato constat, hujusmodi speculum ducentis, aut trecentis speculis planis constans maximum caloris gradum producturum quo omnes hæ solis imagines concurrunt igniferæ, quarum vis crescit in ratione densitatis, & proximitatis radiorum.

II. Crater sphæricus partibus mobilibus constructus arte invicem connexis, quibus specula illa plana adnexa sunt, ita elaboratus sit, ut ope cochleæ modo magis, modo minus curvetur, figura sphærica ad sensum semper servata: jam crater hic fiet speculum concavum variabili curvatura, cujus focus pro libito modo magis, modo minus distabit (964). Erit hoc speculum, cujus constructio petitur.

Speculum hoc causticum optimo successu postremis hisce temporibus, curante Buffonio, constructum fuit. Hoc ad pedes 200 lignum comburit: ad 150 stannum, ad 140 plumbum liquat. Quod in hoc speculo mirum invenitur est, ejus focum ad diversas distantias deferri posse; quum specula omnia, quibus constat, mobilia sint, & diversos inclinationis gradus subire possint; quare eodem instrumento illico speculum fit magis, minusve concavum, quo ad diversas distantias corpora succendentur. Narrat historia ab Archimede, & Proclo speculo catoptri-

trico classes incensas fuisse. Si rei veritas dubia est, modo veram esse potuisse certum est.

Speculum metallicum, sphærico concavum, quod solis radios in focum colligens corpora inflammabilia comburit, vel maxime refractaria liquat, & in calcem redigit, considerari debet tamquam planorum speculorum infinite parvorum collectio, quæ omnia invicem inclinata, & ad idem curvaturæ centrum directa sint; unde illis focus est communis: atque hoc est speculi Buffoniani compendium. Geometræ circuli peripheriam considerant tamquam polygonum infinitorum laterum: pari modo crater sphæricus considerari potest tamquam infinitorum planorum collectio regulariter invicem inclinatorum. Totum artificium in eo situm est, ut is tribuatur superficiei concavæ curvaturæ gradus, eaque politura, qua pyramis quævis lucida in superficiei hujus punctum incidens, a suo minimo plano ad unicum punctum reflectatur, in quod radii omnes colligantur activitate eorum densitati simul, & proximitati proportionali.

Vallium calor, montium frigus.

978. APPLICATIO. Quoniam solis radii a speculis planis reflexi facultatem calefaciendi non amittunt, calor in omnibus locis hujusmodi reflexionibus obnoxiis augeri debet. Est hoc nostræ theoriæ corollarium. Ut hoc calori augmentum habeatur, corpora speculorum instar, polita non requiruntur. Paries, rupes, corpus quodvis solidum soli obversum speculi reflectentis vices gerit pro locis radiorum reflexioni expositis: tunc loca hæc se habent instar thermometri experimenti præcedentis. Hinc major calor in vallibus rupium serie obsitis, quam in aperta planitie; major in urbe, in qua a tectis, & domibus innumeras radii solis reflexiones

nes subeunt, quam in domo solitaria in aperto campo constructa.

Maxime probabile est, acre frigus, quod perpetuo in summis montibus persentitur vel ipsa fervente æstate ab exiguis radiorum solarium reflexionibus oriri, sive ex proximorum corporum defectu, quæ radios illuc remittere nequeant; sive præcipue ex athmosphæræ defectu, quæ ibi admodum rarefacta parum apta est radios a tellure reflexos iterum in illam reflectere.

Generatim montium cacumina sunt instar speculi convexi, quod radios non colligit, sed dispergit; valles sunt instar speculi concavi, quod radios in unum colligit. Aer in vallibus multo densior, quam in summis montibus undequaque ad terram radios ab ipsa reflexos remittit, qui in plurimos focos iterum coeunt; dum radii a montium verticibus reflexi libere per aerem rarefactum abeunt non redituri.

§. III.

CAUSA REFLEXIONIS.

979. OBSERVATIO. Lucis reflexio a corporum elasticorum reflexione effectu non differt: utrobique angulus reflexionis angulo incidentiæ æqualis est. At vero eadem ne utrobique reflexionis causa est? Magna lis inter philosophos.

I. Certum est, globum eburneum in planum solidum, & immobile incidentem sua elasticitate reflecti, atque elasticitatem hanc ad actionem excitari ex ictu globi in planum, & ex plani *in contactu* resistentia.

II. Certum quoque est, lucis globulum in planum immobile, & impenetrabile incurrens sua elasticitate reflecti; at vero æque ne certum

tum est, hanc lucis elasticitatem ad actionem excitari ex ictu globuli in planum, & a plani *in contactu* resistentia? Hac in re physici in duas oppositas sententias abeunt.

Contendunt alii, lucem a speculo metallico reflexam non reflecti, nisi postquam compressa fuerit in *suo immediato contactu* supra speculi superficiem.

Alii cum Neutono contendunt, lucem reflecti antequam speculi superficiem attigerit *facultate* quadam *reflectente* a luce, & a speculo distincta; adeoque quum nunquam lucis, & speculi immediatus contactus habeatur, reflexionem lucis ab *immediato contactu* non esse repetendam.

PROPOSITIO.

980. *Verosimile est, lucis reflexionem ab immediato corporum contactu haberi; non vero ab indefinibili facultate, qua ante contactum reflectatur.*

DEMONSTRATIO. I. Quum lux materia sit, & elastica (854), quare eadem ratione, qua cetera corpora elastica non reflectatur? quare a communi reflexionis lege eximatur? Quare superficiem non attingat, in quam mira velocitate conijcitur? Mysteria sane, & paradoxa in physicam invehenda sunt, ut hæc sententia admittatur.

II. Si lux ab ipso speculo non reflectitur, cur specula vitrea, & metallica tanto studio perpolienda sunt, ut cujusvis fasciculi lucis radios sub eodem angulo reflectant? Quare postica vitri superficies æque perpolita mercurii, & stamni amalgamate oblinenda est, quo radii vitrum permeantes sistantur, & eadem directione reflectantur?

III. Quid sibi vult *facultas ista reflectens* a speculo, & a luce distincta, ab impulsione, &

attractione diversa, quæ reflexionis lucis asseritur causa unica, & immediata? Nonne quid inane ista est, gratis excogitatum ad difficultates eludendas, quas non tollit? Quandoquidem

IV. Quæ lucis reflexioni ex immediato contactu lucis, & superficiei reflectentis objici possunt, ipsam hanc facultatem reflectentem æque oppugnant, ut mox videbimus (981). Quare & in lucis reflexione communi reflexionis corporum causæ standum est; nec difficultatum specie ab ista discedendum. Q. E. D.

Objectiones solvendæ.

981. OBJECTIO I. Nullum in natura corpus est, cujus superficiem perfecte æquare possimus: ipsa speculorum politissima superficies lucis minimis partibus est immanis montium, & vallium congeries, quæ microscopio detegitur. Si ergo lux ab ipsis corporibus reflecteretur, vel ab ipsis politissimis speculis quaquaversum inæqualiter reflecteretur. Quoniam itaque lux ab his ordinate reflectitur, reflecti debet antequam in speculi asperitates incurrerit; & *facultas reflectens* aliquid esse debet & a luce distinctum, quæ sine causa non reflectitur, & a speculo ipso, quod lucem, ut re ipsa resilit, reflectere impar est.

RESPONSIO. Hebes, aut iniquus esset, qui objectionis vim non agnosceret. Hoc innixi Neutonus, Boscovichius, aliique insignes viri *facultatem reflectentem*, quam non admittere audemus, protulerunt. At difficultas etsi valida, non tamen insolubilis est; & hypothesis illi solvendæ excogitata totam ejus ipsa vim perfert.

I. *Objectio non est omnino insolubilis*. Quantumvis enim magnæ sint lucis particulis comparatæ speculi asperitates, quæ microscopio deteguntur; cur magna verisimilitudine supponi nequeat, asperitates has magna ex parte æqua-

ri a tenuibus fluidis ejusdem cum luce naturæ, seu luci valde analogis; quæ speculorum cavitatibus, & interstitiis inclusa, superficiei inæqualitates æquant, & uniformem passim reflexionem efficiunt radiorum in elevatas, & in depressas perpolitæ jam hujus superficiei partes incidentium? amalgama posticum vetat, ne fluida interstitiis inclusa a postica parte fugiant impulsu radiorum incidentium: hæc vero apta contiguitate vitro conjuncta attractionem exercent: quod in aspera superficie non contingit, in qua nimis laxæ cavitates fluida non satis contigua vitro statuunt ad attractionem exercendam.

II. *Hypothesis facultatis repulsivæ eandem patitur difficultatem, cui solvenda erat excogitata.* Repulsionis enim assertores consentiunt omnes, eam ad quamvis distantiam non agere: sed quandam inter corpus repulsum, & repellens proximitatem requiri, ultra quam repulsionis actio cessat. Ponamus terminum hunc esse ad millesimam, vel centies millesimam lineæ partem a puncto reflectente. Nonne speculum inæqualitatibus asperum innumera puncta, seu exigua plana diversis inclinationibus luci obijciet? Nonne quodvis ex his planis diverso modo lucem reflectet pro diversa sua positione? ejus enim vis repulsiva supra speculum ad millesimam, vel centies millesimam lineæ partem ubique attollitur: speculum vero ubique prominentibus, & depressis partibus asperum est. Ergo in hypothesi facultatis repulsivæ a luce, & a speculo distinctæ lux æque inæqualiter reflecti deberet, ac a speculo reflecteretur: in hac igitur hypothesi difficultas adhuc omnino viget.

982. OBJECTIO II. Vitrum certe plura habet interstitia, & vacua, quam materiam; & tamen quælibet superficiei pars radios reflectit: ergo radii a vitro non reflectuntur; ergo a facultate a vitro distincta reflectuntur.

RESPONSIO. Nihil interest si vitrum mul-

to magis interſtitiis abundet, quam materia; modo in his interſtitiis minimis, & innumerabilibus fluidum lateat aptum lucem reflectere, ut in præcedentibus explicavimus.

I. In innumeris, & ad ſenſum rectis vitri interſtitiis materiam ſupponamus luci ſimilem, ſeu veram materiam lucidam ibi ab affinitate cum vitro detentam. Quum ſolis lux in hoc ſpeculum incidet, & a ſolidis vitri partibus, & a materia interſtitiis incluſa reflectetur. Hinc lucis reflexio ab anteriore parte ſpeculi.

II. Quum lucis globuli, vitri interſtitiis incluſi a ſolis radiis impelluntur, horum partem reflectunt, partim vero cedunt, & per lineam percuſſionis recedunt; at ab amalgamate detenti elaſticitate ſua extra vitrum reſiliunt ſub angulo illi æquali, ſub quo ſolis radii impellentes inciderunt. Hinc reflexio lucis a poſtica ſpeculi parte.

983. OBJECTIO III. Inter quædam corpora facultatem attractivam admittimus; cur non & inter quædam, ut inter lucem, & vitrum, facultatem repulſivam admittamus? Eſt hæc ipſa hypotheſis facultatis reflectentis in ſpeculorum materia.

RESPONSIO. Ut novum, & ignotum in phyſica principium admittatur, certæ, & invictæ probationes requiruntur. Atqui invictæ rationes, & certa experimenta peculiares inter corpora affinitates, & attractiones comprobant (93); nulla ratio, experimentum nullum vim repulſivam in corporibus probat, quæ a legibus impulſionis, & attractionis non pendeat (137): jure ergo affinitates admittimus, vires repulſivas reijcimus.

984. NOTA. Explicationem a nobis traditam difficultates omnes ſolvere, & ſecurim ad radicem ponere non contendimus. In hoc phyſicæ myſterio oſtendimus, noſtram hypotheſim veroſimiliorem eſſe, non oſtendimus eſſe certam. Tantum quæ de immediata reflexionis lucis cauſa dicuntur lectorem inſtructum voluimus. At

At opportunum est animadvertere, leges reflexionis a nobis statutas a nullo de ejus causa systemate pendere. Quæcumque reflexionis lucis causa sit, certum est, eam juxta leges a nobis statutas reflecti: hoc tantum scire in catoptrica est necessarium: causæ hujus abstracta investigatio ad metaphysicam potius spectat, quam ad physicam: de hac æternum disputabitur.

ARTICULUS III.

DIOPTRICA.

985. DEFINITIO. *Dioptrica* est scientia radii refracti: lucem considerat se inflectentem dum a medio ad medium diversæ densitatis oblique transit. Ejus jam fundamenta jecimus quum de motu refracto generatim ageremus (408).

Dioptricæ leges a nobis tradendæ omnes experientiæ nituntur: varias has lucis inflexiones considerant a medio ad aliud transeuntis. Ad has inflexiones dignoscendas satis est eas graphometro, seu semicirculo in gradus diviso metiri. Potest ergo unusquisque aliorum hac de re observationes, quas referemus, propriis observationibus confirmare.

Inter media refringentia aerem tantum, aquam, & vitrum considerabimus; media hæc enim peculiari modo tum instrumenta dioptrica, tum universi orbis theoriam a dioptrica pendentem respiciunt.

Anguli refractionis.

986. DEFINITIONES. Ad evitandas æquivocationes in re, in qua omnia apte distinguere necesse est (*Fig.* 59).

I. *Angulum incidentiæ* dicemus angulum ACB radio incidente AC, & plano refringente RSTV, quod cubum vitreum, aut aqueum supponemus, interceptum.

II. *Angulum refractionis* dicemus MCD radio

dio refracto CD, & plana medii refringentis CV superficie interceptum.

III. *Angulum differentiæ* dicemus DCF directione radiorum incidentis, & refracti interceptum.

IV. *Sinum anguli incidentiæ* dicemus perpendicularem A B ab extremitate arcus anguli incidentiæ in planum refringens demissam; *sinum anguli refractionis* perpendicularem DM ab extremitate arcus anguli refractionis in planum refringens demissam. (*Math.* 634)

Physici nonnulli sinum anguli incidentiæ faciunt lineam AH, refractionis lineam D E. Res in idem recidit (990)

PARAGRAPHUS PRIMUS.

LEGES DIOPTRICÆ.

987. LEX I. S*I radius a medio quovis in medium quodvis perpendiculariter incidat, non refringitur.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Cadat radius KHC perpendiculariter in globum vitreum AND, vel in cubum vitreum RVTS; in transitu ab aere ad vitrum nullam refractionem subit, nec a recta KHCE divergit.

Nihil enim est in novo medio, unde radius a prima semita deflectatur (405). Quare radius ab aere in aquam, & hinc in vitrum, aut ab hoc in alia media perpendiculariter incidens a recta non deflectit.

988. LEX II. *Si radius ab aere in aquam, aut in vitrum oblique transeat, refringitur ad perpendicularem accedens ad novum medium ductam: in vitro tamen refractio major est, quam in aqua.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Radius AC ab aere in cubum

bum vitreum RSTV, aut aqueum oblique incidat. CE sit perpendicularis ad punctum incidentiæ in novum medium ducta (402). Radius incidens non sequetur rectam ACF, sed perget per ACD in C inflexam, & accedet ad perpendicularem CE; at inflexio C major erit, si medium refringens vitrum sit, quam si aqua sit.

I. Vitrum, & aqua (quæcumque rei causa sit) facilius aere a luce penetrantur: ergo radius incidens AC duabus viribus motricibus actus AB, AH minorem in C vim perpendicularem amittere debet, quæ minorem in aqua resistentiam patitur, quam parallelam, quæ majorem resistentiam ab aere perfert. Ergo radius aquam in C attingens magis a vi perpendiculari CE agi debet, quæ minus ab aqua eliditur; minus agi debet a vi parallela, quæ majori proportione ab aere eliditur: ergo radius aquam ingressus ex virium residuo, quarum una magis altera in medii mutatione elisa fuit, ad lineam CE accedere debet. (406)

II. Vitrum (quæcumque rei causa sit) facilius, quam aqua a luce permeatur: ergo radius incidens AC minorem motum perpendicularem in vitro amittere debet, quam in aqua. Ergo radius hic refractus magis ad perpendicularem CE in vitro accedere debet, quam in aqua: vis enim parallela CM majori proportione in aqua eliditur, quam in vitro.

989. LEX III. *Si radius oblique ab aqua, aut a vitro in aerem transeat, refringitur a perpendiculari recedens ad novum medium ducta; magis tamen ab hac recedit a vitro, quam ab aqua eadem obliquitate erumpens.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Exeat radius DC oblique ex aqua, aut a vitro in aerem. Aerem attingens in C mutabit directionem CA, & a perpendiculari ad aerem ducta CHK recedet. Major tamen erit refractio DCA, in transitu a vitro, quam ab aqua in aerem.

Propositio inversa præcedentis experientia confirmatur, & iisdem principiis ordine inverso sumptis innititur. Radius refractus CD incurrat in D in speculum planum suæ directioni CD perpendiculare: radius hic reflexus in D regredietur per eandem lineam DCA, quam ante incursum sequebatur; debet enim radius CD a speculo suæ directioni perpendiculari reflexus in se redire in medio eodem, in quo nihil ejus directionem immutat DC. Deinde radius hic in C oblique ab aqua sibi minus resistente in aerem magis resistentem transeat; a perpendiculari C H tantundem recedere debet, quantum adveniens ad perpendicularem CE accesserat: quantum enim in motu ACD vis parallela CM magis perpendiculari CE elisa fuerat; tantundem vis parallela CB in opposito motu DCA vi perpendiculari CH minus eliditur.

990. LEX IV. *Quo minor est angulus incidentiæ, eo major est refractio; & reciproce: semper tamen sinus angulorum incidentiæ, & refractionis constantem inter se rationem dicunt.* (*fig.* 59)

EXPLICATIO. Experientia constat, si radius AC successive cadat ab omnibus quadrantis R AK punctis, angulum differentiæ DCF eo majorem esse, quo minor est angulus incidentiæ ACB; & angulum DCF vix sensibilem quum ad angulum rectum accedit, nullum esse quum radius in planum refringens RV perpendiculariter per HC incidit (987). De sinuum ratione AB, DM, observationibus Cartesii, Neutoni, Muschembroekii, Volfii, Nolleti constat:

I. Si radius AC sub quovis angulo *ab aere in aquam* oblique incidat; Sinum AB anguli incidentiæ ACB semper esse ad sinum DM anguli refractionis ferme ut 3 ad 4.

Plærique auctores de dioptrica agentes, ajunt sinum AH anguli incidentiæ ACH esse ad sinum DE anguli refractionis DCE, ut 4 ad 3. Res in idem recidit. (986)

II.

II. Si radius AC sub quovis angulo *ab aere in vitrum* oblique incidat; sinum AB anguli incidentiæ esse ad sinum DM anguli refractionis ferme ut 2 ad 3.

Si angulus incidentiæ sumatur ACH, refractionis angulus erit DCE. Tunc sinus AH primi erit ad sinum DE secundi ferme ut 3 ad 2.

Observationes, & assertiones.

991. ASSERTIO I. *Quum radius oblique a medio in medium diversum incidit, radii incidens, & refractus sunt in eodem plano medio refringenti perpendiculare.* (*fig.* 62)

EXPLICATIO. Sit planum indefinitum PPP perpendiculare medio refiringenti BM directione AB radii incidentis. Experientia constat, radium incidentem AB, & refractum BC semper esse in plano PPP medio refringenti perpendiculare: sive medii superficies plana sit RBV, sive convexa SBT, sive concava NBM.

Radius incidens directione plani medio refringenti perpendicularis nihil habet, unde primam directionem mutet. Refractio illum in plano primæ directionis attollere potest, aut deprimere, nihil vero præstat, quo ad plani latera radium detorquere possit.

Vires duæ AH, AR radium incidentem AB in aere impellentes, & vires BV, BM illum refractum BC in aqua, aut vitro moventes inæqualiter in transitu a medio ad medium infirmari possunt. At novum medium vires inæqualiter elidens partem earum tantum elidit, nullam aliam vim in radium exerit, qua extra primæ directionis planum feratur.

Planum medio convexo, aut concavo perpendiculare illud est, quod per centrum curvaturæ transit: per *m*, si medium concavum sit, per M, si convexum.

992. ASSERTIO II. *Quum radius in medium sn-*

superficiebus parallelis, & planis oblique incidit emergit sibi parallelus. (*fig.* 61)

EXPLICATIO. Sit MN cryſtallum ſuperficiebus oppoſitis BS, PP parallelis in aere ſitum. Experientia conſtat, radium incidentem ABF, & emergentem CD eſſe parallelos.

Quantum enim radius incidens AB ad perpendicularem BP accedit, ob minorem vitri reſiſtentiam (988); tantum radius emergens CD a perpendiculari C*p*, ob majorem aeris reſiſtentiam, recedit (989). Hinc ſequitur:

I. Vitrum planum ſuperficiebus parallelis radiorum emergentium ordinem non immutare; etſi incidentes, & emergentes refractionem ſubeant, qua extra primam directionem attolluntur, & deprimuntur.

II. Duos radios parallelos AB, RS oblique in planum MN ſuperficiebus parallelis incidentes, in refractione, & in emerſione parallelos perſeverare.

993. ASSERTIO III. *Si radius oblique in planum cadat ſuperficiebus non parallelis, emergenti non eſt amplius parallelus.* (*fig.* 65)

EXPLICATIO. Sit PBMC priſma cryſtallinum cuneo ſimile, in quod radius ABF oblique incidat. Hic in refractione BC ad perpendicularem BP accedet ob minorem vitri reſiſtentiam (988). Dein radius refractus in alia refractione CD a perpendiculari C*p* recedet ob majorem aeris reſiſtentiam (989). Radii ergo incidens AB, & emergens CD non erunt paralleli.

I. Si radius ſolaris eſſet omnino homogeneus & partibus conſtans æque refringibilibus, filamenta ſingula hujus radii æqualem refractionem BC in B ſubirent, atque aliam æqualem CD in C.

II. At quum hæc filamenta non æque refringibilia ſint, in refractione invicem ſeparantur; & habetur lucis analyſis, ut ab experientia alibi

sibi docuimus (866); & ut exhibet figura 15.

994. ASSERTIO IV. *Quum duo radii paralleli in duas superficies invicem convergentes oblique incidunt, in refractione divergunt.* (*fig.* 65)

EXPLICATIO. Sint duo prismata crystallina BMCP, SMTP, quorum superficies BM, SM in quas incidunt radii paralleli AB, RS, convergant: Radii hi in prima refractione BC, ST fient divergentes: magis adhuc divergent in secunda refractione CD, TV, si superficies CM T divergens sit; ut explicavimus. (993)

Superficies convergentes SM, BM *vitrorum concavorum* vices gerunt: radios AB, RS in partem concavam BMS incidentes divaricant.

995. ASSERTIO V. *Quum duo radii paralleli in duas superficies incidunt invicem divergentes, radii in refractione convergunt.* (*fig.* 63)

EXPLICATIO. In hypothesi, qua radii ab aere in aquam, aut in vitrum incidant, sit M BXS vitrum, cujus planæ superficies MS, M B in quas incidunt radii paralleli AB, RS, divergant. Radius AB ad perpendicularem BP accedet: radius RS ad perpendicularem SP (988). Invicem ergo accedent in refractione B C, & ST.

In aerem emergens radius BCF a perpendiculari C*p* recedet, & ST a perpendiculari T*p* (98): fient ergo in hac altera refractione magis adhuc convergentes.

Superficies divergentes MB, MS *vitrorum convexorum* vices gerunt, quæ radios refringendo convergentes efficiunt. Quo magis anguli A MB, RSM acuti sunt, eo major est refractio (990). Unde sequitur, vitra quo magis convexa sunt, eo magis radios AB, RS refringere. (*)

995.

(*) *Nihil magis refringunt. Refractio enim desumitur ab accessu ad perpendicularem, aut ab*

Refractionis causa.

996. OBSERVATIO. Ex dictis apparet, lucis refractionem esse refractioni ceterorum corporum oppositam (*fig.* 59); radius enim AC ab aere in aquam incidens directione A C F ad perpendicularem C E accedit; glans plumbea fistula explosa eadem directione ACF a perpendiculari C E recederet, & sequeretur directionem CG inter CF, & CV, ut alibi diximus (406). Hinc sequitur, non sane motus theoriam variam esse; sed media quædam, ut aer est, a reliquis corporibus facilius permeabilia, luce ægrius aqua, & vitro permeari: quæcumque rei causa sit.

Frustra summi physici phænomeni causam investigarunt: *quare scilicet lux facilius aquam, vitrum, crystallum nativum, adamantem, aliaque plura corpora solida, & liquida, quam aerem permeet.* Quæcumque excogitata fuerunt ostenderunt tantum, hoc naturæ mysterium detegi non posse.

I. Dixerunt alii cum Cartesio, aquam, vitrum adamantem, luci latiores poros, quam aerem, offerre. At nonne hoc est principium petere? nonne adhuc quærendum est, qua ratione corpora hæc multo, ac multo aere densiora, exitus luci præbeant faciliores, atque latiores?

II. Alii cum Neutono dixerunt, lucem ab aere in aquam, aut in vitrum transeuntem ad perpendicularem C E accedere, quod magis ab aqua, & vitro, quam ab aere attrahatur. At qua-

---

illa recessu, qui constantes sunt; sed radii ratione figuræ vitri, qua diversam importat perpendicularis positionem, magis convergentes fiunt. Interpres.

quare radius A C F magis attrahitur ad C E, quam ad CF, vel CB, vel CV? quare ad hanc perpendicularem CE accedit, quum ad punctum incidentiæ, & contactus C æque attrahatur a parte VCF illum a perpendiculari removere nitente, quam a parte FCE illum ad perpendicularem adducere nitente?

III. Dixerunt physici alii, vitrum, adamantem, crystallum, aquam minimis lucis particulis poros exhibere directos magis, quam aerem. At, re etiam concessa, quæ probari numquam poterit, quare pori isti vitri, aut aquæ quaquaversum æque directi, & permeabiles lucem ad unam potius, quam ad aliam partem refringunt? quare per hos radius A C F prima sua directione C F non pergit? quare potius directione C D, quam C G inflectitur?

IV. Hæc sunt, quæ magis rationi consona hac in re excogitata fuerunt. Hinc colliges, magis adhuc latere lucis *vim refringentem*, quam *reflectentem*, de qua supra (980). Refractionis ergo phænomena, & consectaria tantum attendamus; nec in ejus causa investiganda oleum, & operam perdamus.

Ex hactenus expositis plura phænomena explicantur, quorum præcipua pertractabimus, quæ occurrunt in aqua, in vitris convexis, & concavis, in instrumentis dioptricis, in organo visus, & in telluris athmosphæra.

§. II.

REFRACTIO IN AQUA.

997. COROLLARIUM I. O*bjectum in aqua oblique visum extra proprium locum, & aquæ superficiei propius videtur.* (*fig.* 67)

EXPLICATIO. In cratere vacuo R N T depona-

ponatur nummus N. Oculus in vx illum non videbit; radii enim a nummo oculum versus reflexi a vasis labro R intercipiuntur. Vas aqua repleatur: oculus vx nummum in n videbit extra suum locum N, & propius superficiei RBT.

I. Vase aqua pleno radii N S X ab aqua emergentes refringuntur a perpendiculari S P recedentes (989), & ad oculum vx feruntur: videbit ergo oculus nummum per radios v R S x ad punctum n, ad quod radii hi concurrunt. (812)

II. Quum conus lucidus N S X constet radiis divergentibus N R, N S, eorum alii aliis magis aquae, & aeris superficiei planae RBT sunt inclinati. Magis ergo inclinati N R majorem refractionem subire debent, & magis a perpendiculari SP recedere (990): quare conus N X inaequaliter in S refractus magis inflectetur in N R, quam in N S. Conus truncatus v R S x latior, quam conus truncatus XS, verticem habebit in n oculo, & aquae superficiei propinquiorem: videbit ergo oculus nummum non in vero loco N, sed ubi non est, in n propius aquae superficiei. (912)

Hinc apparet, quare passim fallamur ex visu stagni profunditatem aestimantes, cujus fundus per radios reflexos ex aqua emergentes conspicitur. Fundus hic propior, quam sit, superficiei apparet: quamcumque enim positionem oculus obtineat vx, quodlibet fundi punctum N semper videtur per conum lucidum v R Sx, cujus radii divergentes in emersione inaequalem refractionem subeunt, qua prima eorum divaricatio augetur, & qua in punctum n oculo, & aquae propinquius concurrunt (990): atqui punctum n concursus radiorum Rv, Sx ad oculum pertingentium ipsum est, in quo objectum N videtur. (912)

998. COROLLARIUM II. *Objectum in aqua visum majus, & superficiei propius, quam re ipsa sit, apparet.* (*fig.* 68)

EX-

EXPLICATIO. In fundo stagni aqua pleni FHKG sit objectum DB. Si aqua auferretur, objectum ab oculo A videretur sub angulo optico *r* A *f*, vel D A B; quum in aqua videatur sub majore angulo *d* A *b*. Facile ex expositis principiis phænomeni ratio colligitur.

Objecti punctum D videtur per conum lucidum *vm* D *rf*, cujus radii divergentes *m* D *r* in transitu ab aqua in aerem refringuntur, & inæqualiter a perpendiculari *m* P recedunt pro varia eorum obliquitate: unde eorum divaricatio augetur, & in *d* concurrerent, si irrefracti redirent. Ejusdem objecti punctum B videtur per conum lucidum *xn* B *fv*, cujus radii parem refractionem subeunt in *nf*, & inæqualiter a perpendiculari *n* P recedunt; unde magis divergunt ita, ut in *b* concurrere videbuntur. Ergo objectum DB videtur in *db*, quo concurrunt duo coni lucidi, qui ab ejus extremis ad oculum feruntur. (912)

De ceteris objecti punctis id ipsum dicas. Horum quodlibet conum lucis remittit, qui oculum A non afficit nisi postquam inæqualiter in transitu ab aqua in aerem refractus fuerit. Ergo objectum DB & majus, & oculo propius videbitur, quam re ipsa sit: majus quidem, quia sub majori angulo optico *d* A *b* videtur (917); oculo vero propius, quia coni lucidi inæqualiter refracti propius in oculum incidunt.

999. COROLLARIUM III. *Objectum rectum ex parte aquæ immersum inflexum apparet.* (*fig.* 67)

EXPLICATIO. Sit virga recta ABCD, cujus pars AB in aere sit, pars altera BD aquæ immersa sit: oculus *mo* virgam hanc inflexam videbit in B directione AB*cd*.

I. Virgæ pars AB extra aquam videtur per radios reflexos *m* A *o*, *m* B *o* nullam refractionem subeuntes: in oculo ergo nihil immutata pingetur.

II. Pars BD aquæ immersa videtur per radios

dem materia ex parte opposita eadem sphæra imprimatur, ita ut diametri productæ E P H coincidant, habebitur *vitrum utrinque convexum* D C G F.

Vitri concavi centrum est ipsum sphæræ genitricis centrum. Patet horum vitrorum curvaturam, & centri distantiam a sphæræ genitricis magnitudine pendere.

1003. NOTA. Facile ex dictis de speculis catoptricis intelliges, vitri convexi, & concavi superficiem infinitis minimis planis constare, quæ singula radiis sphæræ genitricis perpendicularia sunt, & ad centrum convergentia.

In theoria hujus refractionis potissimum curandum est, ut *perpendiculares* innotescant, ad quas accedere, vel a quibus recedere debet radius in ingressu, & exitu refractus. Etsi alibi definitiones *perpendicularium diversis mediis* tradiderimus (403); non abs re erit eas iterum commemorare, & vitris convexis, & concavis adhibere.

Perpendiculares hisce vitris.

1004. DEFINITIO I. *Perpendicularis in vitro convexo* est radius a puncto incidentiæ ad centrum ductus (*Fig.* 64); radius hic enim rC est perpendicularis minimo plano r, in quo radius incidens Rr refringitur.

Perpendicularis extra vitrum convexum est radius a centro ultra punctum emersionis productus rx; est enim perpendicularis exiguo plano r, in quo radius vrR emergens refringitur.

Definitio hæc materiæ cuivis sphæricæ, & diaphanæ convenit, puta sphæræ ex glacie confectæ, oculo, &c. Idem dicas de sequenti definitione.

1005. DEFINITIO II. *Perpendicularis in vitro concavo* (*Fig.* 69.) est radius Mr ultra punctum incidentiæ r in rF productus; est enim

exiguo plano *r* perpendicularis, in quo radii *S r* refractio fit.

Perpendicularis extra vitrum concavum est idem sphæræ radius a puncto emersionis ad centrum ductus; radius enim *r* M est exiguo plano *r* perpendicularis, in quo radius emergens *x r S* refringitur.

Patet, fluidum aereum esse medium hinc sphærico-convexum, illinc sphærico-concavum (403).

Radii in hæc vitra incidentes esse possunt aut paralleli, aut convergentes, aut divergentes; singulorum refractiones perpendemus.

§. III.

REFRACTIO IN VITRIS CONVEXIS.

1006. ASSERTIO I. R*adii paralleli in convexam lentis superficiem incidentes axi proximi, & paralleli focum habent in exiguo spatio F circa axem ultra centrum sphæricitatis.* (*Fig.* 70).

EXPLICATIO. Sit A B lens vitrea, cujus sphæricitatis centrum sit hinc C, illinc R; & in quam prope axem R C F incidant radii *a b*, *t v*, *n m* sibi, & axi paralleli. Hi post refractionem ad axem concurrent in spatiolum F, quod erit eorum focus communis.

Assertio experientia confirmata ex tradita refractionis theoria descendit.

I. Radius *a b* in mediam lentem incidens per duo convexitatis centra transiens est medio refringenti perpendicularis: duobus enim sphæræ radiis congruit: nullam ergo refractionem subit (987), & in vitro, & extra vitrum pergit directione axis R C F.

Hic

Hic tamen unicus eſt, qui nullam refractionem ſubeat; unicus enim eſt medio refringenti perpendicularis: quin ſi pluribus conſtet filamentis lucidis, unicum filamentum medium erit vitro convexo perpendiculare, & irrefractum.

II. Radius parallelus *m n* oblique ab aere in vitrum ſibi facilius permeabile ingreſſus ad perpendicularem huic novo medio accedit (988), quæ eſt ſphæricitatis radius *n* C (1004): non ergo primam directionem *m n* ſequetur, ſed in *n* refractus perget in vitro directione *n o*.

Radius *n o* oblique a vitro in aerem ſibi difficilius permeabilem emergens a perpendiculari huic novo medio recedet, quæ eſt *o* P, ſeu radius R *o* productus (1004): radius ergo lucis *m n* refractus in *n*, & iterum in *o* converget ad axem R C F, quem attinget ad punctum F.

III. Eadem ratione radius parallelus *t v* refringetur, & vitrum ingreſſus in *v* ad perpendicularem *v*C accedet: emergens in *r* refringetur, & a perpendiculari *r* P recedens cum axe ad punctum F concurret.

IV. Si radii *t v*, *m n* ab axe æque diſtent, in duo plana incident æque eorum directioni inclinata, & æque refringentur: ad idem ergo axis punctum ultra centrum ſphæricitatis concurrent.

At ſi radii hi ab axe inæqualiter diſtent, in duo plana incidunt eorum directioni inæqualiter inclinata: quum eorum anguli incidentiæ inæquales ſint, etiam refractionis anguli inæquales erunt (990). Non ergo radii ad idem axis punctum concurrent, ſed alterum propius, alterum remotius a centro ſphæricitatis C cum axe concurrent. Hinc focus radiorum parallelorum in lente nunquam punctum eſt, ſed ſpatiolum circulare F.

V. Si duo filamenta radium lucidum *m n* terminantia æqualem refractionem in lente ſubirent ad ingreſſum, & ad exitum, emergentis

perseverarent parallela, nec ad axem concurrerent. At filamentum ab axe remotius magis propiore refringitur (990): quare ambo convergentia fiunt post refractionem *n o F*.

VI. Si radii *m n*, *t v* aliquantum convergerent, easdem refractiones subirent, & ad axem concurrerent centro propius inter C, & F.

Si aliquantum divergentes essent, easdem refractiones subirent, & ad axem ad punctum concurrerent aliquanto remotius, quam F, a centro sphaericitatis.

1007. ASSERTIO II. *Si duo radiorum fasciculi aut paralleli, aut parum admodum invicem convergentes, aut divergentes in eandem lentem incidant: quilibet fasciculus suum peculiarem secum habebit; & duo fasciculi refracti ad axem accedent* (*Fig.* 71).

EXPLICATIO. Sint duo radiorum fasciculi MN, RN invicem convergentes in lente N refracti. Fasciculus, puta MN, constat innumeris filamentis lucidis, quae in totidem exigua plana singula singulis inaequaliter inclinata incidunt: debent ergo filamenta singula diverso modo in lente refringi; semper tamen ad suam perpendicularem accedent, quae radius est a puncto incidentiae ad centrum C ductus. Totus ergo fasciculus MN ad axem NC accedet; & quodvis ejus filamentum lucidum eo magis ad axem accedet, quo obliquius in planum suum refringens incidet (990). Omnia ergo haec filamenta inaequaliter refracta, & axi inclinata in punctum *m* infra axem coincident, ubi imaginem efformabunt. Pari ratione fasciculus lucidus RN concurret, & imaginem efformabit in *r* ad axem accedens (911, 972).

EX-

EXPERIMENTA.

1008. EXPERIMENTUM I. *In lente A B soli parallela radii solis t v, a b, m n ad sensum paralleli (947) fiunt convergentes, & conum r F o efficiunt; postquam vero in F communem focum concurrerint, pergunt per v F g, o F p æqualem, & vertice priori oppositum conum efficientes.* Quare (*Fig.* 70).

I. Si radii r F, b F, o F a puncto F reflexi in se ad lentem A B regrederentur, emergerent paralleli directionibus n m, b a, v t. Eandem enim, opposita ratione, refractionem subirent.

II. Si in D E lens statuatur lenti A B æqualis, & parallela, & æque a foco F distans; radii divergentes F p, F g post refractionem fient paralleli. Debent enim in lente D E omnino refringi, ut radii reflexi F o, F r, de quibus supra, in lente A B refringuntur, a qua post duplicem refractionem emergunt paralleli.

III. Si ad focum F, ad quem concurrit totus conus lucis refractæ r F o, collocetur corpus combustibile, hoc radiorum collectorum actione succendetur, aut in calcem redigetur: quivis enim radius igne prægnans est, & omnium actio crescit in ratione densitatis, & propinquitatis (976. IV.). Hinc *specula caustica per refractionem*, quorum vis comburens ignis cujusque violentissimi vim ita superat, ut nullum illis corpus resistat.

IV. Radii paralleli t v, m n, per lentem convexam fiunt convergentes in refractione v r, n o, v r F, n o F; hinc objectum t m, a quo veniunt, sub majori angulo optico T F M videtur, & majus apparet.

1009. EXPERIMENTUM II. *Quamplures radii convergentes in lentem convexam incidunt.* (*Fig.* 72),

I. Si omnes ad sphæræ centrum C tendant,

non refringuntur; sunt enim omnes lenti perpendiculares.

II. Si ultra sphæræ centrum directi sint, magis in refractione convergent, & concurrent ad *z* inter centrum C, & radiorum parallelorum focum F. Radius enim *d n x* vitrum intrans ad perpendicularem *n* C accedit; adeoque propius cum axe C *x* concurrere debet, quam si nullam refractionem subiret.

III. Si radiorum directio sit ad punctum intra lentem, & centrum sphæræ, in refractione minus convergent, & concurrent ad punctum *v* a lente remotius, & centro propius. Radius enim *p n o* lentem ingressus ad perpendicularem *n* C accedit (988).

Hinc vides, radiorum parallelorum fasciculum lente refractorum, & convergentium, si per alteram lentem primæ parallelam transeat, fieri posse magis, minusque convergentem. Fiet *magis convergens*, si directione tendat ultra centrum sphæricitatis secundæ lentis; tunc enim quodvis filamentum ab aere in lentem hanc transiens ad perpendicularem novo medio accedit, ad radium scilicet a puncto incidentiæ ad centrum sphæricitatis ductum. Fiet *minus convergens*, si directione tendat ad punctum lentem inter, & centrum hic enim pariter filamenta singula ad perpendicularem medio refringenti, ad radium nempe a puncto incidentiæ ad centrum ductum, accedunt, sed ultra punctum, ad quod concurrerent radii omnes a prima lente refracti, & convergentes effecti.

1010. EXPERIMENTUM III. Quum plures radii divergentes in lentem A B incidunt. (*Fig.* 74);

I. Si radii hi divergentes F *m*, F *n* divergere incipiunt in foco F; post refractionem *m g*, *n b* eiunt paralleli (1007).

II. Si divergere incipiunt ultra focum F; convergent post refractionem *m r*, *n r*, qua ad per-

perpendiculares mC, nC accedunt magis, quam si a foco radiorum parallelorum procederent, ubi magis divergerent.

III. Si divergere incipiunt intra lentem, & focum F; divergent, sed minus, quam antea, post refractionem mv, mx, qua ad perpendiculares mC, nC accedunt.

IV. *Quo lenti propius duo radii parum divergentes divergere incipiunt, eo minus refringuntur* (*Fig.* 73).

Sint radii duo parum admodum divergentes A M, A N ad varias a lente distantias: minus in mn, quam in MN refringentur.

Minima enim lentis plana eo magis radiis A M, A N incidentibus inclinata sunt, quo magis radii invicem distant in MN, quam in mn. Ita hæc refractio crescere potest, ut radios AMF, ANF in idem punctum F post refractionem coincidentes efficiat. Tunc radii imaginem efformabunt ad punctum F (972); & objectum ab oculo O in F videbitur (912).

1011. NOTA. Postrema duo experimenta plurimas varietates explicant, quas parit eadem lens in eodem objecto pro varia objecti, & oculi a lente distantia: sequentibus corollariis præcipuas explicabimus.

COROLLARIA.

1012. COROLLARIUM I. *Objectum per lentem visum majus apparet* (*Fig.* 76).

EXPLICATIO. Videatur objectum A B per lentem mn ab oculo D. Si lens non adesset objecti extrema A, B viderentur sub angulo optico v D x, a quo apparens objecti A B magnitudo definitur (917). Sed ob refractionem radiorum in lente, qua ad sphæricitatis centrum C accedunt, punctum A videtur per radium

dium refractum A *m* D, & punctum B per radium refractum B *n* D. Ergo objectum A B videtur sub angulo optico *m* D *n* majore quam *v* D *x*. Hic nota:

I. Punctum A, exempli gratia, fieri oculo sensibile non per simplex filamentum lucidum, sed per fasciculum radiorum divergentium A*mo*D, qui minus divergentes fiunt sese inæqualiter in lente refringentes, unde omnes ad axem F A X convergunt, at illi magis, qui ab axe remotius in lentem incidunt (990). Conus hic lucidus *o* D *m* verticem *a* habet ultra objectum A B: ergo punctum A re ipsa videtur in *a* (912), remotius, quam re ipsa sit.

At quum lens radios a puncto A venientes refringens eos majori copia in oculum D colligat, punctum A magis illuminatum apparet, quam oculo nudo inspectum: hinc punctum A in *a* visum oculo propius apparet, quam apparere deberet. Si objectum A B usque in H produceretur, objecti pars H per radium directum, & non refractum H D visa appareret inter lentem, & imaginem *a b* per lentem visam.

II. Punctum A ad lentem plures alios radios A R conjicere oculo D inutiles; hi enim post duplicem refractionem infra oculum ad M feruntur: radii hi A R M punctum A pingent in oculo in M sito, non in oculo D: oculo ergo D nulli censeri debent.

Patet, cetera omnia objecti A B puncta oculo D sensibilia fieri per radios divergentes, qui per lentem transeuntes minus divergentes evadunt, & paulo ultra objectum A B concurrunt. Totum ergo objectum A B videbitur in *a b*, remotius, quam re ipsa sit. At quum quodvis imaginis *a b* punctum sit valde illuminatum, imago judicabitur lenti, & oculo propius, quam re ipsa sit; ceteris enim paribus, objectum notum

tum eo propius apparet, quo magis lucet, & sub majore angulo optico exhibetur (927).

1013. COROLLARIUM II. *Objectum per lentem visum modo ultra lentem, & rectum apparet, modo citra, & inversum; & in transitu ab uno ad alium statum imaginem aut nullam, aut admodum confusam exhibet* (*Fig.* 77).

EXPLICATIO. I. Objectum per lentem visum apparere potest extra lentem, & rectum, ut explicavimus (1012); ad hoc tamen debet objectum S intra lentem, & focum F radiorum parallelorum statui. Tunc videbitur in *s*, & rectum ab oculo in T, quem conus lucidus S V T afficiet.

II. Si objectum F sit in foco F radiorum parallelorum, radii omnes ab ipso in lentem venientes exeunt paralleli, atque ita ad oculum N feruntur. Tunc objectum aut non videtur, aut confuse tantum videtur ab oculo bene valente: ad visionem enim hujus oculi debent radii ab objecto ad illum aliquanto divergentes advenire (910, 1040).

III. Si objectum R sit ultra focum F radiorum parallelorum, radii omnes divergentes a quovis ejus puncto in lentem conjecti in plana incidunt magis ab axe remota, magisque radiis inclinata, quam si a foco F advenirent. At si a foco F advenirent, exirent paralleli; quum ergo majorem refractionem subeant, quam si a foco F procederent, radii divergentes RP fient convergentes P Z X, & concurrent ad punctum X, ubi imaginem efformabunt. Oculus sanus in Z, aut in X positus objectum R non videbit; fasciculus lucidus siquidem P Z X non est divergens, at ille oculus in A positus objectum R videbit in X citra lentem (912).

Objectum intra oculum, & lentem visum apparet inversum. Exempli gratia (*Fig.* 79), objectum A B videtur in *b a* inversum ab oculo in D. Punctum enim A videtur per radium

refractum A N *a* D ; & punctum B per radium refractum B M *b* D . Radiorum a punctis A, & B venientium tantum A N, & B M in C decussati ad oculum D adveniunt divergentes, ut oportet, ad visionem. Hic jam elucet aliquatenus telescopiorum artificium, quibus objectum A B videtur in *b a* sub majori angulo optico M D N.

1014. COROLLARIUM III. *Objectum unicum per vitrum poligonum inspectum pluribus in locis videtur* (*Fig.* 75).

EXPLICATIO. Per vitrum polygonum MNK inspiciatur objectum A: hoc videbitur in *a*, in *b*, in *c* ab oculo in R sito.

I. Filamenta omnia lucida, quibus constat conus A M ad perpendicularem medio refringenti accedunt (988), & minus divergentes ad oculum R adveniunt : videbit oculus ergo objectum A in *a* per conum minus divergentem R M concurrentem in *a* (912).

II. Filamenta omnia coni A N ad perpendicularem accedunt a superficie N in medio refringente ductam ; quum vero alii aliis magis sint ad superficiem N inclinati, magis obliqui magis ad perpendicularem accedunt (990), & conus refractus N R minus divergens ad oculum R pervenit: videbit ergo hic oculus objectum A in *b* per conum R N coincidentem in *b*.

III. Eadem ratione objectum A videbitur quoque in *c* per conum refractum A K R, cujus basis est in oculo, & vertex in *c*.

§. IV.

§. IV.

REFRACTIO IN VITRIS CONCAVIS.

1015. OBSERVATIO. Dicta de vitris convexis ad concavorum phænomena intelligenda sufficerent: vitra hæc enim structura, & effectibus sunt convexis opposita. Non tamen peculiaria quædam de concavis vitris dicere abs re erit. Sit itaque vitrum concavum F G H K, in quo præcipua refractionis phænomena perpendemus (*Fig.* 80).

1016. ASSERTIO I. *Radii paralleli ab aere in vitrum concavum ingressi, refractione divergentes fiunt.*

EXPLICATIO. Sint tres radii A *a*, *mn*, *vx* sibi, & axi A B paralleli ab aere in vitrum concavum, & ab hoc in aerem transeuntes.

I. Radius A *a* per polos *a*, *b*, & per sphæricitatis centra A, B transiens non refringitur; est enim medio refringenti ubique perpendicularis (987).

II. Radius *mn* radio A *a* parallelus ab aere in vitrum oblique transiens refringitur in *n* (988); & pergit per *no* ad perpendicularem *n* K accedens (1005).

Deinde radius *no* oblique a vitro in aerem transiens adhuc refringitur, & pergit per *op* a perpendiculari *o* B a vitro in aerem ducta recedens (989, 1005).

III. Eadem ratione radius *vx* radio *mn* parallelus refringitur in *x*, & *y*, & pergit per *vxyz*. Radii ergo incidentes paralleli ab aere in vitrum concavum divergent; & a vitro in aerem emergentes magis adhuc divergent.

1017. ASSERTIO II. *Radii convergentes ab aere*

aere in vitrum concavum incidentes in refractione minus convergentes fiunt; atque hac tanta esse potest, ut paralleli, imo & divergentes evadant.

EXPLICATIO. Sint radii *rf*, *mn*, A*a* in incidentia convergentes, qui in vitro concavo refringantur (*Fig.* 78).

I. Radii A*a*, *rf* in B concurrerent, si nullam refractionem subirent. Radius A*a*, qui pergit per axem AB medio refringenti perpendicularis non refringitur (987). Radius *rf* medio refringenti obliquus relicta directione *rf*B vitrum ingressus refringitur (988), & ad perpendicularem *fp* accedit (1005); radius hic ergo pergit directione *ft*, quæ directioni *ab* parallela esse potest. Ergo radii convergentes *rf*, A*a* in refractione fiunt minus convergentes ita ut, & paralleli fieri possint.

Radii *ab*, *ft* a vitro in aerem emergunt: qua via procedant videamus. Quum radius *ab* medio refringenti perpendicularis nullam subeat refractionem, radius *ft* medio aereo sphærico convexo (1005) obliquus refringetur in *t*, a perpendiculari *t*B recedens; quare perget per *rftv*, unde a directione A*ab*B divergens erit, aut esse poterit.

II. Radii *rf*, *mn* in incidentia convergentes in prima refractione *ft*, & *no* fient minus convergentes, & minus adhuc in secunda *tu*, & *oq*; unde & paralleli, & divergentes fieri poterunt.

1018. ASSERTIO III. *Radii divergentes in vitrum concavum incidentes nullam subeunt refractionem, si a sphæricitatis centro veniant; magis divergunt si a puncto ultra centrum veniant; minus vero, si a puncto citra hoc centrum procedant* (*Fig.* 83).

EXPLICATIO I. Radii CR, & C*v*, qui divergentes veniunt a sphæricitatis centro C sunt medio refringenti perpendiculares (1005); nul-

nullam ergo in hoc medio refractionem subeunt (987); & in vitro moveri pergunt primis suis directionibus C R S, C *v x*. At in emersione e vitro radius *v x* refringitur directione *v x y* (989) a perpendiculari *x* D recedens (1005): unde in emersione radii C R S D, C *v x y* magis divergunt.

II. Radii MR, M*n*, qui divergentes veniunt a puncto ultra centrum C, in vitro magis divergunt. Quum enim radius M C R S D ubique mediis refringentibus perpendicularis nullam subeat refractionem; radius M*n* medio refringenti obliquus refringetur per *n o* ad perpendicularem *n p* accedens (988). Radius *n o* e vitro emergens aliam subit refractionem *o q*, qua a perpendiculari *o* D recedit, & magis adhuc a radio M C R D divergit.

III. Radii *a* R, *a m*, qui divergentes veniunt a puncto inter centrum & vitrum, in vitro fiunt minus divergentes. Quum enim radius *a* RS non refringatur; jam radius *a m* refringi debet (888) ad perpendicularem *m* P accedens (1005), & in vitro directionem sequi *a m b* minus divergentem, quam *a m r*. Radius *m b* e vitro emergens directionem *m b t* mutat in *b c*, qua a perpendiculari *b* D recedit. (989)

1019. NOTA. Quod de vitris duplicis curvaturæ diximus satis ostendit quid in vitris plano-concavis radii subire debeant, tum in concavo-convexis, quæ etiam *menisci* vocantur, quum eorum superficies sunt parallelæ. Exempli gratia: (*Fig.* 85)

I. Sit meniscus A B, cujus duplicis curvaturæ centrum sit C, in quem incidant radii paralleli C *d*, *m n*. Supposito radio C D perpendiculari irrefracto; jam radius *m n* medio refringenti obliquus perget per *n o* ad perpendicularem *n p* accedens (987). Fiet ergo *n o* a radio C *d b* divergens. Deinde *n o* oblique a vitro in aerem transiens a perpendiculari *o* P recedet

(989)

(989), & directionem *o q* sequetur; unde ad priorem parallelismum ferme redibit. At radii emergentes *o q*, *b* F magis invicem divergunt, quam incidentes *m n*, C *d*.

Opposita ratione, si duo radii paralleli *q o*, F *b*, in menisci partem convexam incidant directione axi F C parallela; radii emergentes *n m*, *d* C erunt ferme paralleli, & magis invicem propinqui, quam incidentes. Quare *meniscus lucem in partem concavam incidentem rarefacit, in convexam incidentem condensat.*

II. Sit R S vitrum plano-concavum (*fig.* 84) in quod incidant radii *c d*, *m n* sibi, & axi paralleli. Radius *c d*, quem medio refringenti perpendicularem per axem supponemus, non refringetur (987). At radius *m n* medio refringenti obliquus ad perpendicularem *n p* refractus accedit directione divergente *m n o*. Tum in aerem emergens radius *n o* a perpendiculari *o* P recedit (989), & adhuc magis divergit directione *n o q*. At minor est divaricatio *o q*, quam si vitrum esset utrinque concavum; radius enim emergens minus est medio refringenti inclinatus, quam si aer in vitro concavo convexus esset. (1005)

1020. COROLLARIUM. *Vitra concava exhibent objecta ultra sphaericitatis centrum sita propinquiora, quam nudo oculo viderentur, minora, ac minus clara.*

EXPLICATIO. I. Objectum per vitrum utrinque concavum inspectum propius apparet, quam oculo nudo inspectum. Sit enim objectum A per vitrum concavum inspectum. (*Fig.* 82) Radii divergentes A *t*, A *v*, a quibus punctum A in oculo D pingitur, ab aere in vitrum transeuntes, & a vitro in aerem fiunt magis divergentes (1018): magis ergo divergentes *t x*, *u z* ad oculum D adveniunt; & vitro propius in punctum *a* concurrunt, ubi punctum A videtur. (912)

II. Objectum per vitrum concavum inspectum mi-

minus lucidum apparet, quam nudo oculo visum: sive quod vitrum radiorum partem intercipiat, sive quod magis divergentes adeoque rariores ad oculum adveniant.

III. Idem objectum minus per vitrum visum apparet, quam oculo nudo videatur; sub minori siquidem angulo optico videtur. Sit, exempli gratia, objectum A B per vitrum concavum M N ab oculo O visum. (*Fig.* 81)

Ablato vitro objectum A B videretur sub angulo optico A O B per radios A *m* O, B *n* O. At interposito vitro M N punctum A videtur per radium bis refractum A *v x* O, seu per conum cujus vertex est in *a*: punctum B videtur per radium bis refractum B *r* ſ O, cujus vertex est in *b*; ut supra ostendimus. (n. I.)

Radii hi duo convergentes A *v*, B *r* objecti A B extrema pingentes in oculo O, in vitro concavo minus convergunt (1017); ad parallelismum accedunt, & objectum A B pingunt in oculo sub angulo *x* O ſ, vel *a* O *b* minore, quam A O B. Debet ergo objectum minus apparere, quam oculo nudo. (917)

Radii A *m*, B *n* ex duplici refractione minus convergentes (1017) cadunt alter supra, alter infra oculum; nihil ergo ad visionem objecti A B conferunt. (*Fig.* 82, & 81)

IV. Si objectum A, vel A B inter vitrum, & centrum C locaretur; tria modo memorata non contingerent, saltem tam distincte; tunc enim radiorum refractio esset omnino opposita; ut ex tertia superiore assertione liquet.

§. V.

INSTRUMENTA DIOPTRICA.

I*Mpia magia*, qua dæmonum ministerio mira patrarentur, insania fuit, qua superioribus sæcu-

fæculis fuperftitiofi, atque improbi homines laboraverunt. At *magia artium*, five ars ingeniofa mira faciendi, & vulgo ignota phyficis adjumentis, ingenii opus fuit, & jucundus labor fæculis eruditis. Dioptrica magiæ huic mirabiliora fuffecit, qua fcientia objecta vifibilia aut proxima apparent, aut remotiffima, qua ubi non funt videntur, modo alia forma, modo aliis coloribus, modo multiplicata, modo immanis magnitudinis, modo miræ exilitatis, Quibus artificiis hæc efficiat dioptrica explicare aggredimur.

Microfcopia, (*)

1021. DEFINITIO. *Microfcopia* inftrumenta funt, quibus minima objecta, & oculo inermi invifibilia, nitide vifibilia fiunt (921). Initio fæculi proxime fuperioris hæc inventa fuerunt. A microfcopiis, quibus minima corpora videntur, & a telefcopiis, quibus remotiffima objecta oculis fubijciuntur, phyfica præclariffimis cognitionibus poftremis hifce temporibus ditata fuit. Nos *microfcopium fimplex*, *compofitum*, & *folare* defcribemus. Sequens experimentum ad tria microfcopiorum genera rationem habet, at ad fimplex præcipue.

1022. EXPERIMENTUM. *Si acu lamina metallica, aut charta perforetur; & per foramen objectum oculo omnino proximum confpiciatur, hoc multo, ac multo majus apparebit, quam fi oculo nudo confpiceretur.* (*Fig.* 87)

EXPLICATIO. Sit MN charta, aut lamella metallica acu pertufa in *v*: FD retina oculi

---

(*) *ETYMOLOGIA Microfcopium*; *a* μικρος parous, & σκοπεω, video. *Inftrumentum, quo minima objecta videntur.*

li foramini *v* proximi : A B objectum foramini *v* proximum.

I. Si lamella M N auferretur, objectum A B distincte non videretur; radii enim divergentes A *v*, B *v* ab omnibus objecti punctis venientes nimis divergunt, ut apte in retinæ puncta *c*, & *e* concurrant; quod tamen ad visionem distinctam est necessarium.

Quo magis oculus a puncto radiante S recedit, eo minus radii divergentes A S B, C S D, F S G (*Fig.* 32) divergunt; & quo minus radiorum fasciculus divergit, facilius ab oculi refractione ad concursum adducitur. Jam vero quum oculus P, ablata lamella, ad opportunam distantiam ab objecto A B recesserit, illud distincte videbit sub angulo optico A *v* B. (*Fig.* 87)

II. At inter oculum, & objectum oculo omnino proximum lamella M N interposita, oculus a punctis A, & B non jam fasciculum radiorum divergentium habet, qui apta refractione indigeant, ut opportune in retinam concurrant, sed veluti radium simplicem, qui semper nitidam, atque distinctam oculo impressionem facit.

Tunc oculus objectum A B videt per radios A *v*, B *v*, qui tamquam radii simplices haberi possunt, aut minimi coni, quorum basis & foramen *v*, minimum divergentes, quos oculus apte refringit, ut exacte in retinam concurrant.

III. Radii simplices A *v*, B *v* per foramen *v* transeuntes inflectuntur per A *v* D, B *v* F, quam inflexionem ablata lamella M N non subirent: quæcumque sit hujus inflexionis causa. Radii ergo A *v*, B *v* ad pupillam P inflexi adveniunt & in retina ad D, & F concurrunt: ergo punctum A videtur in A, & B in *b* ad puncta concursus radiorum oculum afficientium (912); & objectum A B videtur sub angulo optico A *v* B. Ergo A B visum in *a b* majus, quam oculo nudo, apparet. (917)

At quanam causa radii A *v* D, B *v* F per mini-

nimum foramen *v* transeuntes inflectuntur? an a vi reflectente orificii radio proximi, an ab attractione limbi oppositi? Res incerta est: effectus certus est: causa, eadem fortasse, quae lucis refractionem parit, ignota est. (996)

IV. Hinc sequitur, facultatem objecta amplificandi non ad solas lentes vitreas spectare; sed precipue exiguis foraminibus esse tribuendam lamellarum metallicarum, quibus lentes in microscopiis saltem simplicibus ad partes objecti conteguntur, quae non sunt microscopia quatenus objectorum imagines amplificent, sed quatenus tantum objecta majori claritate exhibent. Exempli gratia:

Si loco exigui foraminis ponatur lenticula vitrea *m n* (*Fig.* 86), cujus focus sit in AB, radii simplices A *u d*, B *v f* inflectentur, ut antea, lentem ingredientes lamella perforata obtectam; & angulus visivus erit, ut antea *a u b*. At imago *a b* multo clarior erit, quam quum objectum A B per simplex foramem videbatur: fiet enim imago in oculo non a solis radiis inflexis *a u d*, *b u f*, sed etiam a lateralibus *m a n*, *m b n*, qui a lente refracti emergent paralleli, aut parum admodum divergentes (1010), & ad eadem retinae puncta concurrent, ad quae radii simplices *a u d*, *b u f* concurrunt. Hinc lentes objecta clariora exhibent, quam simplex foramen: at vis amplificandi ex eo est, quod earum ope objectum ad minimam distantiam distinte videri possit.

V. Lentis amplificatio proxime hac analogia inveniri potest: *magnitudo apparens* objecti per lentem visi est ad *apparentem* ejus *magnitudinem* oculo nudo inspecti; ut *distantia*, ad quam oculo inermi objectum distincte videretur, ad *foci* lentis *distantiam*. Sit distantia foci unius lineae $= 1$, distantia objecti oculo nudo distincte visi octo pollicum, seu linearum $96 = 96$: lens 96 vicibus objectum amplificabit. Si foci lentis di-

distantia sit duarum linearum, tantum 48 vicibus amplificabit; si vero sit tantum lineæ dimidiæ, 192 vicibus amplificabit.

VI. Diximus, objectum A B (*Fig.* 86) ferme ad lentis focum *m n* statuendum esse. Debet objectum esse foco proximum, sed tamen paulo citra; ut radii admodum divergentes ab objecto profecti a lente emergant paulum divergentes, sed tamen a parallelismo non remoti (1010). Si radiorum fasciculi *a u d*, *b u f*, ad oculum prorsus paralleli advenirent, in oculo refracti concurrerent antequam ad retinam pertingerent nec visio distincta esset. (920, VI.)

Microscopia simplicia, & composita.

1023. DESCRIPTIO I. *Microscopium simplex* est unica lens vitrea *m n* (*Fig.* 86) a duobus minimæ sphæræ segmentis effecta. Hæc ad partes objecti lamella plumbea obtegitur exiguo foramine pertusa, quale acu fieret. Objectum minimum A B foco proximum, sed citra, radios in lentem coniicit, qui in foramine inflectuntur, & objectum in oculo pingunt sub majore angulo optico; ut explicavimus. (1022)

Microscopium simplex minimis duntaxat objectis observandis inservit, quæ oculo proxima statuantur; quare admodum incommodum est. Ad majora objecta observanda microscopio composito utendum est.

1028. DESCRIPTIO II. *Microscopium compositum* tribus passim lentibus constat inter se parallelis C, D, E, & ad opportunas distantias sitis, quas indicabimus. Qua via radii in hoc microscopio procedant vide in *Fig.* 88.

I. Sit objectum A B paulo ultra lentis C focum, & valde sive a sole, sive ope lentis, aut speculi concavi illuminatum. Quodvis hujus objecti punctum A B erit veluti centrum lucis, a quo recta innumeri radii divergentes procedunt;

ex his eos tantum, qui lentem C ingrediuntur, consideràbimus.

Primo radii divergentes A *m*, A *n* a puncto A venientes, & ultra lentis C focum divergere incipientes in lente refringuntur, & emergunt paulum convergentes *m d*, *n e* (1010): in H concurrerent, nisi aliam refractionem subirent.

Deinde radii quoque divergentes B *m*, B *n* a puncto B profecti divergentes ultra lentis C focum in lente refringuntur, & fiunt convergentes *m v*, *n x*: concurrerent in G.

II. Lens D lente C major valde ab hac procul statui debet, ita ut fasciculi divergentes C H, C G valde procul ab ejus centro D in illam incidant, & magnam refractionem subeant.

Primo radii convergentes *m d*, *n e* a puncto A profecti, & in lente D refracti fiunt magis convergentes (1009), ad axem D O accedunt (1007) & in punctum *a* concurrunt, ubi puncti A imaginem pingunt.

Deinde, & pari ratione radii convergentes *m v*, *n x* a puncto B profecti, & a lente D refracti fiunt magis convergentes & concurrunt in *b*, ubi puncti B imaginem pingunt. Objecti A B imago *b a* est inversa.

III. Lens E paulo minor quam D ita statui debet, ut ejus focus sit in *f* paulo ultra imaginem *a b*: ut radii divergentes, quibus constant fasciculi *b r*, *a f*, ab illa emergant ferme paralleli, sed paulum divergentes (1010). Fasciculi *b r*, *a f* refracti in lente E accedunt ad axem D E O (1007): unde ad oculum O adveniunt, ubi objecti A B imaginem inversam pingunt sub angulo optico *r* O *f*, qui multo major est illo, sub quo idem objectum A B oculo inermi videretur.

Imago hæc maxime amplificata est quoque maxime illuminata; densissima enim lux ab objecto A B maxime illuminato adveniens magis, magisque condensatur in tribus refractionibus, quas subit, & quibus ad oculum adducitur.

Mi-

Microscopium solare.

1025. DESCRIPTIO. III. *Microscopium solare* Londino primum Lutetiam missum anno 1743, & a Lieberkuin ex Berolinensi scientiarum Academia antea inventum præcipue constat ingenti lente, & altera minima parallelis ad opportunam distantiam in tubo dispositis, qui ad fenestram accurate clausam affigitur. Radiorum in hoc instrumento semitam describemus, externæ figuræ B A *mn* M N omnibus notæ descriptione omissa. Sit conclave omnino obscuratum, in quo fenestra sit M N ad meridiem vergens. (*Fig.* 93, 94)

I. Lens C D ad extremum tubum extra fenestram M N ope speculi plani A S B radios solares excipit diametro unius pollicis, vel unius cum dimidio. Radii hi ad sensum paralleli (947) & a speculo servato parallelismo reflexi (944) in lente C D refringuntur, & in conum abeunt, cujus vertex est paulo ultra punctum *a* (1008)

II. In intensa hac luce T *a* non procul a coni vertice statuitur exile vitrum planum E F duobus magnis circulis lentium C D, *m n* parallelum. Huic imponuntur objecta. Exiguum objectum diaphanum, puta, pulex, aut teredo, aut exiguum aliud insectum *a* vitro E F affixum a luce pervaditur, quæ per ejus interstitia transit, & transit in C *a n*, D *a m*.

III. Minima lens *m n*, cujus focus brevissimus paulo propior esse debet, quam focus lentis C D radios C *a*, D *a* admittit, & refringit, qui per objecti *a* interstitia transierunt. Ponamus radiorum fasciculum D *a* per insecti caput transire, C *a* vero per aliud insecti extremum; & quid juxta refractionis leges continget videamus.

Primo fasciculus D *a* constat radiis convergentibus, qui concurrere debent, & divergentes fieri inter objectum *a*, & focum minoris lentis *m n*. Radii ergo D *a m* pervenient diver-

gentes ad lentem *m*, in qua refringentur, & fient convergentes *mg* paulo longius, quam distet hujus lentis focus (1010). Fasciculus hic D*a*, qui per insecti caput transiit, & ejus imaginem induit, concurret ultra lentem ad punctum G, ubi capitis insecti imaginem pinget.

Pari modo fasciculus C*a* constat radiis convergentibus per infimam insecti partem transeuntibus, qui concurrunt, & divergentes fiunt in foco lentis CD, & divergere incipiunt paulo longius, quam focus distet lentis *mn*, ad hanc lentem divergentes adveniunt, in ea refringuntur, fiunt convergentes, & concurrunt in H, ubi infimæ partis insecti imaginem pingunt.

IV. Ratio cur imago GH mirum in modum amplificata sit, seu cur conus H*mn*G tanto magis divergens sit, quam conus C*a*D est, quia radii omnes conum C*a*D componentes inflectuntur, & divergunt dum transeunt per exiguum laminæ plumbeæ foramen, qua ad partes objecti *a* lens obtegitur; ut supra explicavimus. (1022)

V. Hoc habet singulare hoc microscopium, quod objectum *a* imaginem suam promiscue pingit in HG, in *rr*, & in *ſſ*. Radii enim convergentes MG, qui per punctum quodvis capitis insecti transierunt, intensissimi, & ferme paralleli post refractionem ad sensum concurrunt tum in G, tum in *r*, tum in *ſ*. Idem dicas de radiis *n*H, qui infimam objecti partem permearunt.

Ope microscopii solaris (*Fig.* 94) pulex nitidissime arietis magnitudine apparet, capillus baculi instar, casei tineæ testudinum instar diametro duorum, vel trium pollicum. Nihil tamen jucundius visu, quam sanguinis circulatio in ranæ mesenterio, aut in pisciculi cauda hoc instrumento visa: tabulam geographicam te videre putares, in qua plures fluvii re ipsa fluerent.

Quum

Quum objectum *a* ita foco lentis CD proximum est, ut calore exarescat, aut cito nimis intereat, ab hoc foco aliquantum removeri potest, & lenti CD appropinquari.

Telescopia dioptrica.

1026. OBSERVATIO. *Telescopia dioptrica* casu sane inventa non ante sæculum decimum sextum dimidium jam elapsum ortum habuerunt. Eorum auctor ignoratur. Molineux, Galilæus, Keplerus, Hugenius hæc instrumenta perfecerunt, quibus astronomia plurimum debet.

Telescopia, ut modo elaborantur, constant duabus, vel quatuor lentibus parallelis, & ad opportunas distantias in tubo dispositis; ut explicabimus.

1027. DESCRIPTIO I. *Telescopia astronomica* duabus lentibus constant C, & D, quarum oci sunt in *b a*. (*Fig.* 96)

Major lens ad extremum tubi ad objectum conversi *objectiva* nuncupatur; minor D ad alterum tubi extremum oculo obversa *ocularis* dicitur. Semita radiorum in hoc telescopio, quod in *o* terminatum supponemus, est hujusmodi. (Lentes duæ reliquæ K, L ad aliud telescopium spectant, de quo infra).

Sit objectum A B ad magnam distantiam, puta leucæ, aut dimidiæ, aut ulterius. In hoc telescopio C D *o* objectum A B inversum videbitur ab oculo in *o* sito.

I. Punctum A ad lentem objectivam C radios mittit paulo divergentes *m* A *n*: ita & punctum B radios mittit paulo divergentes *m* B *n*: radii hi decussantur in R priusquam ad lentem C adveniant.

II. Etsi radii A *m*, A *n* a puncto A re ipsa veniant divergentes, ad sensum tamen sunt paralleli: in triangulo enim *m* A *n*, cujus basis ad summum est semipollicis, basis hæc *m n* veluti

nulla est lateribus *m* A, *n* A comparata, quæ leucam dimidiam, aut unam, aut plures longa sunt. Quid inde juxta dioptricæ leges sequetur?

Primo radii A*m*, A*n* aut paralleli, aut minimum divergentes in lentem objectivam C incidentes refringuntur, fiunt convergentes (1007) & in lentis hujus focum concurrunt in *a*, ubi puncti A imaginem pingunt. Idem contingit, radiis minimum divergentibus B*m*, B*n*, qui concurrunt in *b*, ubi puncti B, a quo veniunt imaginem pingunt. Radiorum horum refractorum fasciculi in R nihil perturbati decussantur. (901)

Deinde radii convergentes *na*, *ma* fiunt divergentes ad punctum *a*. Id ipsum contingit radiis convergentibus *nb*, *mb*, qui in puncto *b* divergere incipiunt.

III. Si in D lens collocetur focum habens in F*ba*, radii divergentes *ar*, *bf* in illa refringentur: emergent paralleli, aut minimum divergentes *ro*, *fo* (1010); & ad axem lentis accedent, ac decussabuntur in *o*.

Si ergo oculus sit in *o*, punctum A objecti videbitur directione *or* per conum lucidum A C*aro*, qui parum divergens oculum *o* ingreditur, & propius, quam objectum A concurrit. Pari modo objecti punctum B videbitur per conum BC*bfo*, qui quum parum divergens ad oculum *o* adveniat concurrit paulo propius, quam objectum B.

Objectum AB videbitur inversum; radii enim a superiore objecti parte advenientes superiorem retinæ partem attingunt: quum objecto oculo inermi inspecto oppositum contingeret. (913)

IV. Hoc artificio objectum AB magis illuminatum, majus, & propinquius apparebit, quam oculo inermi. Apparebit *majus*; videbitur enim sub majori angulo *rof*. Apparebit *clarius*; quia ferme omnes radii lentem C ingressi in oculum *o* feruntur. Apparebit *propinquius*, quia & magis

gis illuminatum, & sub majore angulo videbitur (927); & coni lucidi *ro*, *so* propius concurrent, quam si irrefracti, & directi ab objecto A B advenirent; sicuti conus O M propius concurrit, quam si immediate ab objecto B adveniret.

Telescopia duas tantum lentes habentia clarius objectum exhibent, quia lux eo minus languescit, quo per pauciores lentes transit. Optima hæc sunt ad corpora cælestia observanda, quæ nihil interest si inversa videantur. At terrestria objecta malumus aliquanto minus clara videre, quam inversa; pro his itaque telescopia quatuor lentibus instructa præferuntur.

1028. DESCRIPTIO II. *Telescopia quatuor lentibus constantia* a præcedentibus non nisi lentium numero differunt. In his oculus est in O. Quum itaque in præcedente telescopio imago *b a* oculo *o* sit inversa; imago hæc iterum invertenda est, antequam ad oculum feratur: hoc ope duarum lentium K, & L obtinetur. (*Fig.*96)

I. Admittat lens K cylindrum lucidum *rov* radiis constantem ad sensum parallelis: cylindrus hic veniens a punctis A, & *a* concurret in *a* post refractionem, qua omnes ejus radii ad axem lentis refringentis convergunt (1007). Pari ratione cylindrus lucidus *sot* veniens a punctis B, & *b* concurret in *b* post refractionem. Inter lentes igitur K, & L nova exurget objecti A B imago, quæ recta erit: hæc ad oculum ducenda est.

II. In L sit tertia lens, cujus focus sit in *a bf*. Radii divergentes *a z*, *b x* in ea refringentur; exibunt paralleli, aut parvum admodum divergentes *z* O, *x* O (1010): ad axem lentis accedent; adeoque in O decussabuntur. Oculus in O objectum A B videbit ferme, ut illud videt in *o* per telescopium duarum lentium, at rectum; radii enim a superiore objecti parte venientes ad inferiorem retinæ partem pertingunt

ut evenit, quum nullo instrumento objecta conspicimus.

III. Lentes D, K, L peculiari tubo includi debent, qui lenti objectivæ C ad varias distantias statui possit. Hoc ideo fit, quia radii objecto in lentem C advenientes non semper æque divergunt. Quo magis objectum distat, eo minus divergunt; & eo magis, quo minus objectum distat. Radii divergentes AC in lente objectiva refracti non ergo semper ad idem punctum *a* concurrent; sed propius, objecto A magis dissito, remotius, objecto A propinquiore. Debet ergo lens D, cujus focus esse debet in ipsis punctis *b* F *a*, ad quæ radii a lente objectiva C refracti concurrunt, posse huic appropinquari, aut ab ipsa removeri, ut ejus focus in variabilibus punctis inveniatur, ubi modo propius, modo remotius efficitur prima imago *b* F *a*, pro diversa objecti A B distantia.

Diversa oculorum structura diversam radiorum *z* O, *x* O, quos admittunt, & refringunt, divaricationem postulare potest, ut alibi expicabimus. Tres lentes mobiles eum diversis oculis divaricationis gradum efficiunt, qui in radiis illos afficientibus est opportunus. Si enim lens D ad imaginem *b* F *a* accedit, magis convergentes efficit radios *s o*, vel *r o*, quos refringit (1010); si vero ab imagine *b* F *a* recedat, radios *s o*, *r o* post refractionem minus divergentes efficit.

IV. Hac ratione oculus O punctum B objecti videt in M, quo concurreret conus lucidus *x* O. Idem dicas de quovis alio objecti A B puncto, quod majus, clarius, propius apparebit, quam oculo inermi.

1029. NOTA I. Non omnia telescopia idem spatium amplectuntur, nec eadem claritate, & amplificatione objecta exhibent (*Fig.* 96.).

I. Telescopii *campus* dicitur spatium, quod oculus per telescopium videt. Si oculus in *o*, vel

vel in O totum objectum A B videt, & nihil ultra, spatium A B erit campus telescopii.

Telescopia primum inventa constabant lente objectiva convexa, & oculari concava, quæ in *d d* . sita parallelos ad sensum efficiebat radios convergentes C *b*, C *a*, eosque parallelos, aut minimum divergentes ad oculum adducebat. Obsoleverunt hæc telescopia, quod nimis arctum campum haberent.

II. Objecti claritas, ceteris paribus, a lentis objectivæ C magnitudine pendet. Quo major hæc est, major est radiorum copia, quam ab objecti punctis A, & B admittit; qui in oculum immissi, eo clarius objectum, a quo veniunt, pingunt, quo plures sunt.

Non tamen omnis, quam habere potest, lenti objectivæ amplitudo conceditur: lux enim prope lentis extrema transiens minus regulariter, quam ad partes medias, refringitur: ibi, ut in prismate, separatur, & imagines coloratas exhibet, quæ distinctæ visioni officiunt.

III. Apparens objectorum hisce telescopiis visorum magnitudo a ratione pendet, quam inter se dicunt foci lentium objectivæ, & ocularis. Quo longior est objectivæ focus, & ocularis minor, eo magis telescopium amplificat. Hæc pro objectorum diametris regula admitti potest: magnitudo apparens in telescopio est ad magnitudinem oculo nudo, ut focus lentis objectivæ ad focum ocularis. Habeat lens objectiva focum tricies oculari longiorem: objecti diameter telescopio inspecta tricies major, quam oculo inermi apparebit. Quare objecti superficies apparebit noningenties maior; superficies enim similes sunt ut quadrata diametrorum (*Mat.* 496).

Hinc apparet, posse objecta per telescopia quantumlibet amplificari: at quum quo magis amplificatur objectum, eo minus etiam clare videatur; apta inter lentes proportio servanda est.

Telescopii longitudo ab objectivæ lentis foco desumitur. Quare telescopium, cujus lens objectiva C focum habeat in *b a* ad distantiam sex pedum, est sex pedes longum, atque ita de reliquis.

1030. NOTA II. Telescopia sive duarum, sive quatuor lentium longa admodum esse debent, ut admodum amplificent; quare incommoda sunt. Præterea imagines, quas ad quemdam usque gradum amplificant, neque nitidæ, neque distinctæ sunt; sive lentes sphæricæ, sive elliptica, aut hyperbolicæ usurpentur. Docuit quoque experientia, figuram sphæricam in lentibus, pensatis pensandis, cuivis alii figuræ esse anteferendam.

In imaginibus admodum amplificatis radii refracti non apte concurrunt ad optatam claritatem, & distinctionem exhibendam; quia quum *inæqualiter refrangibiles sint*, alii magis, alii minus in quovis vitro refringuntur; sicuti Neutonus observavit, & ostendit.

Telescopiorum dioptricorum vitiis, & incommodis occurrendi desiderium effecit, ut telescopia catoptrica excogitarentur. Hæc a Neutono, & a Gregorio Aberdeensi inventa fuerunt. Quum telescopium Gregorianum commodius sit, & usitatius, illud describemus.

Telescopia catoptrica.

1031. EXPERIMENTUM. Sit speculum concavum M R N, cujus focus radiorum ad sensum parallelorum sit in *b a*, & cujus axis R S dirigatur ad objectum valde distans A B. (*Fig.* 92)

Primo fasciculus radiorum ad sensum parallelorum *m* A *n* procedens a puncto A reflectitur, & concurrit infra axem in *a*, ubi post pictam imaginem puncti superioris A fit divergens.

Deinde alter radiorum ad sensum parallelorum fasciculus *v* B *x* procedens a puncto B refle-

flectitur, & concurrit supra axem in *b*: ubi post descriptam imaginem puncti inferioris B fit divergens. Radii hi decussantur in D nihil perturbati (901), antequam ad speculum, a quo reflectuntur, adveniant. Constant hi fasciculi radiis minimum divergentibus, seu ad sensum parallelis, ut de telescopiis agentes supra explicavimus (1027, II.). Post reflexionem ergo radii utriusque fasciculi concurrunt ferme ad focum radiorum parallelorum in *ba*.

Tandem si in *vr* esset aliud speculum concavum aptum radios hos reflectere ad punctum R; oculus in R totam lucem admitteret in speculum M N incidentem, & luce intensissima objectum A B videret. Hæc est radiorum semita in telescopio catoptrico: eam hoc instrumentum describentes fusius explicabimus. (*Fig.* 90, & 91).

1032. DESCRIPTIO. In amplo tubo DDDD est ingens speculum concavum metallicum GH in medio perforatum. Ad aliam tubi extremitatem est parvum speculum metallicum I K magis altero concavum affixum brachio mobili K D, quod in capsulá D promoveri, & retrahi potest. Specula sunt parallela; & minus speculum I K paulo excedit amplitudine foramen L*l* majoris GH. Huic foramini adjacet minor tubus, in quo sunt lentes duæ, altera plano convexa L*l*, altera utrinque convexa M*m*. Tubus hic ad oculum exiguo foramine rotundo O terminatur. In instrumento hoc catadioptrico radii ita procedunt.

I. Supposito objecto A B admodum dissito, radii ab ipso in totum speculum G H venientes minimum divergunt, & concurrunt prope focum radiorum parallelorum in *ba*, ubi objecti A B imaginem pingunt; sicuti explicavimus (1031).

Exhibeat fasciculus A G *a* radios omnes ab objecti puncto A venientes, & fasciculus B H *b*

radios omnes venientes ab objecti puncto B: radii hi fient divergentes post concursum ad axem in *ab*; & ultra focum pergent divergentes per *a* I, *b* K.

II. Ultra imaginem, & puncta divaricationis *ba* sit exiguum speculum concavum IK, cujus focus sit in *n* paulo ultra imaginem, & puncta *ab*. Si speculum hoc IK focum haberet prorsus in *ab*, reflecteret parallelos radios divergentes *a* I, *b* K; at quum punctum divaricationis horum radiorum sit ultra focum speculi IK, radii *a* I *c*, *b* K *d* reflectuntur paulum convergentes (964, III.).

III. Radiorum convergentium fasciculus I *c* procedens a puncto *a*, & a minore speculo reflexus concurreret, & imaginem pingeret extra telescopium multo ultra punctum O, si nullam in tubo oculum versus refractionem subiret; idemque alteri radiorum convergentium fasciculo K *d* contingeret. At ad instrumentum brevius reddendum radii hi I *c*, K *d* excipiuntur minori tubo ad majoris speculi GH foramen, ubi in lentem planoconvexam incurrentes magis convergentes fiunt, & in *c d* concurrunt (1009). Ibi, picta imagine, fiunt divergentes, & incurrunt in lentem M *m*, a qua refracti pergunt paralleli, aut minimum divergentes in oculum O.

Hac ratione oculus O videt objectum AB ad extremitatem conorum lucidorum O *n*, O *p*, ferme ut in telescopiis dioptricis fieri diximus (1028).

Lux in totam magni speculi GH superficiem incidens in parvum speculum IK reflectitur, a quo ad oculum O transmittitur. Oculus ergo a quovis objecti puncto ope telescopii lucis quantitatem excipit, quæ est ad eam, quam oculo inermi ab objecto exciperet ferme ut superficies magni speculi GH ad pupillæ magnitudinem: hinc magna horum telescopiorum claritas, quum spe-

specula perfecte elaborata sunt ad objectorum lucem reflectendam.

IV. Quum radii ab objectorum terrestrium puncto quovis ad magnum speculum veniant aliquanto divergentes, & eo magis, quo objectum minus distat; speculum G H hos radios reflectens non semper eos colligit ad eandem distantiam *a b*, sed modo paulo propius, modo paulo remotius pro objecti distantia; propterea minus speculum I K mobile esse debet, ut ab imagine mobili *a b* ad opportunam distantiam statuatur. Quum objectum valde distat, imago *a b* speculo propinquior est; quum objectum propius est, imago *a b* a speculo magis distat: debet ergo ibi minus speculum majori appropinquari, hic ab illo removeri, ut apta convergentia radios *a* I, *b* K in *c d* reflectat.

V. Objectum hoc telescopio visum majus apparet, clarius, propius, quam oculo nudo, eisdem rationibus quas de telescopiis dioptricis agentes exposuimus (1007, IV.).

Cubiculum obscurum.

1077. DESCRIPTIO. Sit CHG cubiculum bene clausum, in quo sit tantum foramen in D diametro pollicis unius, aut dimidii (*Fig.* 98): objectum AB luce diurna valde illuminatum pingetur instar umbræ in opposito pariete R S radiis parum divergentibus A D *a*, B D *b*.

EXPLICATIO. I. Imago hæc est inversa; radii enim a superiore objecti parte reflexi inferiorem imaginis partem pingunt; radii ab inferiore objecti parte reflexi superiorem (*Fig.* 98).

II. Imago hæc instar umbræ apparet, præsertim si sol sit ad partes objecti A B; radii quippe ab objecto reflexi languidiores sunt directis, qui quoque ad parietem R S adveniunt.

III. Imago hæc evanescit, si foramen D nimis latum fiat; tunc enim radii collaterales in spatium imaginis incidunt, eamque delent.

IV.

IV. Imago hæc aliquantum confusa est; radii im aliquantum divergentes A *a*, B *b*, a quibus pingitur, non satis exacte in idem punctum incidunt.

V. Nitida magis, atque distincta fit imago ope lentis convexæ in D positæ, cujus focus sit in *b a*; lens enim radios convergentes efficit, & in unum punctum colligit quemvis radiorum fasciculum A D, B D.

1034. NOTA, Facile hinc explicantur & *cubiculum obscurum artificiale*, & *polemoscopia*, quibus vides quin videaris. Fiunt *cubicula obscura portatilia* variis modis: eorum commune artificium est hujusmodi (*Fig.* 99.).

I. Sit R S T X arca bene clausa: M N speculum planum ad horizontem inclinatum. V lens mobilis, cujus focus sit ad arcæ fundum ferme in *a b*. Sit A B objectum extra arcam ad quandam distantiam e regione speculi M N.

Radii divergentes A M ab objecti puncto A venientes a speculo plano eadem divaricatione in lentem V reflectuntur, a qua convergentes fiunt, & concurrentes in *a*, ubi puncti A imaginem pingunt. Pari modo radii divergentes B N ab objecti puncto B advenientes a speculo in lentem V reflectuntur, a qua convergentes in *b* concurrunt, & puncti B imaginem pingunt. Oculus in X ad exiguum arcæ foramen videbit objectum A B in *a b*.

II. Si in A B essent hostium castra, & in R S propugnaculum; speculum M N in propugnaculo elevatum pingeret in *a b* omnes hostium evolutiones.

III. Opportunum est hoc instrumentum ad regionem, aut agrum accurate delineandum; præcipua objecta in charta apparerent simillima, & accuratæ magnitudinis, & distantiæ proportione in arca, in qua & pictor inclusus esset.

IV Imago horizontalis *a b* ad quamvis positionem adduci potest ope speculi plani *m n*, quod ra-

radios M *a*, N *b* reflectens eos in R S, exempli gratia, conijciet, ubi eam ipsam imaginem *a b* perpendicularem pingent.

Laterna magica.

1035. DESCRIPTIO. *Laterna magica* a celebri Jesuita Kirkerio inventa machina est, qua pusillæ figuræ in vitro diaphanis coloribus pictæ, iisdem coloribus amplificatæ in albo spatio exhibentur. Machinæ hujus, in qua ignarum vulgus nihil videt nisi puerile, physicus omnia dioptricæ mysteria contemplatur, artificium est hujusmodi (*Fig.* 97).

In arca L K S R, in qua duo tantum foramina sunt, alterum in F ad lampadis fumum emittendum, alterum in O O ad radios in pluribus lentibus refractos transmittendos, D est ingentis lampadis flamma: R S speculum metallicum concavum, cujus focus est in *m*: M N ingens lens vitrea, cujus focus est in *n*: objectorum locus *b a*: sunt autem hæc vitra plana, in quibus pusillæ figuræ pictæ sunt, quas amplificatas in adverso pariete machina pingit. GH est altera lens, cujus focus ferme est in *a b*: L K tertia lens, cujus focus ferme est in X, Circa spatium X est diaphragma circulare, quod radios tantum exire sinit, qui uniformem refractionem in lente GH subierunt. Lentes L K, & G H sunt mobiles: invicem admoveri, aut removeri possunt ad radios L A, K B magis, minusque convergentes efficiendos, qui in parietem A B magis, minusve distantem concurrunt ad imaginem in eo pingendam.

EXPLICATIO. I. Lens M N radios excipit tum directos a lampade D sita inter secum *m* speculi R S, & focum *n* ipsius lentis MN, tum reflexos ab ipso speculo R S. Radii directi D M, D N paulo ultra focum *n* lentis M N divergentes refractione fiunt paulum con-

ver-

vergentes MG, NH, (1010). Deinde radii directi DR, DS divergentes paulo ultra speculi focum *m* a speculo reflectuntur paulum convergentes RM, SN (964, III.) in lentem MN, a qua refracti fiunt adhuc magis convergentes M*g*, N*h* (1009).

II. Objectum diaphanum *ba* & a lampadis luce directa, & a reflexa a speculo valde illuminatum per omnia suæ superficiei puncta radiorum fasciculos G*bg*, H*ab* divergentes transmittit, qui imaginem punctorum, per quæ transeunt, referunt: eo pacto, quo radiorum solarium fasciculus ruber exit e vitro rubro, cæruleus a cæruleo, flavus a flavo.

III. Quum lens GH focum habeat in *ab*, radii G*bg* ab hoc foco divergentes in ea refringuntur, & paralleli exeunt GK (1010). Ita & radii divergentes H*ab* in lente HG refracti exeunt paralleli HL.

IV. Lens LK radios excipit parallelos HL, eos refringit, & reddit convergentes LA: pari modo reflectit radios parallelos GH, quos convergentes efficit KB (1007). Si in pariete AB nulla sit lux præter projectam a lampade D, amplificata in illo apparebunt objecta in vitro *ab* picta. Si in vitro inversa sint objecta, in pariete, aut charta AB recta pingentur.

Ut spectaculum jucundius sit, mobilia objecta fiunt, ut vivere videantur: hoc pluribus vitris simul adnexis in *ba* obtinetur. In uno immobili picta est figuræ pars, quæ immobilis esse debet; in aliis mobilibus pinguntur aliæ figuræ partes, quæ agentes exhibendæ sunt.

V. Idem, & elegantius obtineri potest ope radiorum solarium, qui per fenestræ foramen in vitrum pictum *ba* incidant in conclavi omnino obscurato. Tunc ad solis lucem æque distribuendam charta oleo terebinthinæ illita ponenda est loco lentis MN, quæ, uti & lampas D, & speculum RS, amovenda est.

Ra-

Radii solares ad sensum paralleli refringuntur, dividuntur, & quaquaversum inflectuntur dum per chartam oleo illitam transeunt MN, objectum diaphanum *ab* permeant, unde emergunt divergentes G*bg*, H*ab* ferme ea ratione, qua a lampade D, & a speculo R S conjicerentur. Quum solis lux multo purior, ac vividior sit, quam quæ e lampade D emittitur, imagines in A B multo vividiores apparent, quam quæ per lampadem exhibentur.

§. VI.

ORGANUM VISUS.

1036. OBSERVATIO. Oculus, mirus ille globus, in quo natura visibilis pingitur *telescopium dioptricum* est, in quo summa supremi Artificis intelligentia elucet. Constat hoc organum *tunicis*, quibus involvitur, *humoribus*, quibus lucem refringat, *nervis*, quibus & figuram mutet, & motus obtineat suis muneribus obeundis opportunos.

1037. DESCRIPTIO I. Præcipuæ oculi *tunicæ* sunt cornea, choroides, & retina. (*Fig.*89).

I. *Cornea* est extimum oculi involucrum, quo totus obtegitur. Sphærica est, & opaca, excepta anteriore oculi parte, in qua diaphana est, & prominens D P D. Juxta Petitum celebrem medicum, & anatomicum cornea diaphana in adulto est segmentum sphæræ diametro linearum ferme septem, cujus chorda est linearum ferme quinque, & crassities $\frac{2}{12}$, vel $\frac{3}{12}$ lineæ.

II. *Choroides* altera oculi tunica est, qua quoque totus involvitur, in fœtu albescens, nigra, & subrubra in adulto. Choroides natura opaca foramen habet circulare *vv*, quod *pupilla* dicitur,

tur, & per quod lux oculum ingreditur. Pars choroidis hoc foramen ambiens *v v*, & variis coloribus distincta sub cornea diaphana *iris* dicitur. Choroides contrahitur, & dilatatur, ut opus est, ad pupillæ diametrum augendam, aut minuendam ut modo majorem, modo minorem lucis copiam admittat A P C *a*.

III. *Retina* est tertia, & ultima oculi tunica, quem interius totum involuit *r/C*. Spatium ferme sphæricum, quod retina amplectitur, vacuum est: retina sub pupilla diaphana est; in fundo oculi nigricans, & innumeris exiguis nervis contexta apparet *r a f*.

1038. DESCRIPTIO II. Præcipui oculi *humores*, qui ad aptam radiorum A P refractionem conferunt, sunt aqueus, crystallinus, vitreus (*Fig.* 89).

I. *Humor aqueus* diaphanus est, serosus, limpidus, aquæ puræ consimilis. Inter corneam, & choroidem situs est, & duabus tenuibus, & diaphanis membranis inclusus. Menisci figuram habet (1019) hinc convexus, illinc concavus, ut horologiorum vitra.

II. *Humor crystallinus* est instar lentis solidæ C quatuor ferme lineas latus, utrinque convexus, sub humore aqueo, & pupilla situs. Crystallinus ad visionem omnino necessarius non est: sunt enim, quibus humor hic medicorum manu ablatus fuit, & tamen vident.

III. *Humor vitreus* est valde diaphanus, magis aquem viscidus, minus crystallino solidus, anterius paulo concavus, ubi crystallinus insertus est, ut adamas in anulo, posterius ad oculi fundum convexus. Circa hunc humorem detegitur arcus quidam fibrarum muscularium, quarum contractione, aut expansione pupillæ, & retinæ admoveri, aut ab his removeri potest.

1039. DESCRIPTIO III. Nervi sunt funiculi albescentes diversæ diametri, qui contrahi, & expandi possunt, motus principia, sensus organa, & sedes. (*Met.* 547). I. O-

I. Oculus suos *nervos habet*, *motus principia* quibus sursum, deorsum, dextrorsum, & sinistrorsum movetur. Horum ope pupilla contrahitur, & dilatatur; cornea fit magis minusque convexa: humorum membranæ, cryſtallini præsertim promoventur, aut removentur.

II. Oculus suos *nervos habet*, *organa sensus*. Horum præcipuus, & peculiari consideratione dignus est nervus opticus, in quo visio fit. *Nervus opticus* O r s a cerebro procedit in plures ramos divisus; & in fundo oculi in plures funiculos propagatur, quos tamquam serica filamenta microscopium exhibet. Textum hoc villosum in retina est juxta communem sententiam: est in choroide sub retina diaphana, & achromatica in sententia Cati, quam Hallerus cum pluribus claris anatomicis valide impugnat, ac reiicit.

Visionis artificium.

1040. OBSERVATIO. Ut habeatur visio debent radii ab objecti emissi, aut reflexi in oculi fundum concurrentes distinctam objecti imaginem in nervo optico pingere; sive nervus hic in retina, sive in contigua choroide sit. Exempli causa, (*Fig.* 89) conus lucidus A P constans radiis divergentibus in oculi fundum *a* non concurreret, nec ibi imaginem pingeret, si radii hi in oculo refractiones non subirent, quibus ad commune concursus punctum adducerentur. Oculi natura, & figura has illis ad visionem necessarias conditiones tribuit; ut modo explicaturi sumus.

I. Cornea, & humor aqueus facilius, quam aer a luce penetrantur: radii A P, qui oblique ab aere in hæc media transeunt, ad perpendicularem proinde accedunt (988), quæ in medio convexo est recta a puncto incidentiæ ad centrum curvaturæ ducta (1004). Radii hi divergen-

gentes itaque A P in oculi ingressu primam refractionem subeunt, qua invicem accedunt, & densiores pupillam ingrediuntur.

II. Crystallinus humor C adhuc facilius aqueo a luce penetratur; sicuti vitrum minus aqua luci resistit (988): crystallinus ergo figura lenticulari lentis instar est, quæ valde radios A P C refringens, illos magis colligit (1006), unde concurrerent in N antequam ad oculi fundum pervenirent.

III. Humor vitreus sub crystallino jacens medium est minus densum, adeoque difficilius crystallino a luce permeabile: radii ergo A P C in novo hoc medio aliam refractionem subeunt, qua minus convergentes fiunt, unde prorsus in *a* concurrunt ad fundum oculi. Mirabili hoc machinamento objectum A in imo oculo pingitur, ubi anima objecti imaginem percipit ex tremore a radiis excitato in tenuissimis, ac maxime sensibilibus nervi optici fibris, quæ sunt tantum villosum illud textum, quod in oculi fundo deprehenditur.

IV. Pari modo (*Fig.* 31) a quovis objecti A D B puncto procedunt radiorum divergentium fasciculi (892), quos oculus refringit, convergentes efficit, & ad diversa in oculi fundo puncta concurrentes. Punctum A a radio refracto A R *a* pingitur in *a*: punctum D a radio refracto D R *d* pingitur in *d*: punctum B a radio refracto BR*b* pingitur in *b*. Idem de quovis sensibili objecti puncto dicendum est: singula in distincto retinæ puncto pinguntur a cono lucido, quem ad oculum transmittunt, & quem oculus refringit, & in punctum colligit lentis instar. Ita objectum quodvis visibile distinctam habet imaginem in fundo oculi, ubi anima eam percipit ex concussione a radiis excitata.

V. Hinc intelliges qua ratione plura objecta simul distincte videantur. Quodvis objectum diverso loco situm necessario in diversis retinæ pun-

punctis imaginem suam pingit. Objectum in A tantum in *a* pingi potest: aliud in B tantum in *b* pingi potest: centum objecta intermedia tantum in centum diversis intermediis retinæ punctis pingi possunt ea proportione inter se distantibus, quam dicunt anguli, sub quibus radii ab iis emissi ad oculum adveniunt.

Quum objecta hæc ratione aut tenuitatis, aut distantiæ, aut claritatis defectus impressionem efficiunt nimis languidam, aut imaginem nimis exiguam in oculo pingunt (921), non videntur: non enim ita retinæ fibras concutiunt, ut anima sentire possit.

Oculi myopes, & presbytæ.

1041. OBSERVATIO. Non omnes oculi eandem habent partium magnitudinem, & figuram: hinc varia videndi ratio. Alii corneam habent magis convexam, alii magis depressam: hinc inæqualis radiorum refractio, qui eo magis refringuntur, quo medium refringens magis convexum est, & quo magis oblique incidunt (990). Humor quoque crystallinus in diversis hominibus diversam obtinet magnitudinem, & convexitatem, adeoque diverso modo radios refringit & objecta amplificat; quare eadem objecta non eadem claritate, eademque absoluta magnitudine ab omnibus hominibus videri debent. In hac oculorum diversitate tres tantum considerabimus myopes scilicet, & presbytas, eosque, qui horum amborum proprietatibus gaudent, & vitiis carent. (*Fig.* 89)

I. *Myopes* clare vident objecta proxima, confuse remota. Hoc ideo est, quia eorum oculus est veluti lens admodum convexa, quæ valde radios refringit. Radii *ab objecto valde proximo* advenientes valde divergunt: oculus myops admodum convexus in cornea DPD, vel in humore crystallino C radios divergentes A P valde

de refringit, eosque concurrere facit prorsus ad retinam in *a*: tunc clara, atque distincta visio est. Contra radii *ab objecto admodum remoto* venientes parum divergunt (914): oculus myops radios hos valde refringens, eos in N colligit, unde divergentes ad retinam feruntur, nec nitidam impressionem faciunt: hinc visio confusa.

Myopes, ut objecta remota clare videant, indigent lente concava, quæ radiorum divaricationem augens (1018) antequam ad oculum adveniant, eos satis distrahit, ut post refractionem ad retinam in *a* concurrant.

II *Presbytæ* objecta remota distincte vident, proxima confuse. Eorum enim oculus magis depressus est instar lentis parum convexæ, quæ radios parum refringit. Radii A P a quovis *objecti valde remoti* puncto venientes parum admodum divergunt: oculus presbyta eos parum refringens efficit, ut in ipsum retinæ punctum *a* concurrant: tunc visio distincta est. Contra radii ab *objecti proximi* puncto quovis advenientes multo magis divergunt (914): oculus presbyta eos parum refringens efficeret, ut non nisi in M post retinam concurrerent. Adveniunt ergo radii APM ad retinam dispersi, nec aptam impressionem faciunt: quare visio, quæ ut distincta sit radiorum ad retinam concursum postulat, confusa est.

Presbytæ ad objecta proxima videnda lente convexa indigent, quæ radiorum A P divaricationem imminuens antequam oculum ingrediantur (1010), defectui oculi parum refringentis occurrit, & radios A P ita inflectit, ut in retinæ punctum *a* concurrant postquam in oculi humoribus alias refractiones subierint.

III. *Oculus optime conformatus* ille est, qui prope, & procul clare, & distincte videt, aptus se in myopem, & presbytam mutare pro varia objecti distantia.

Facultas hæc oculi se contrahendi, & protra-

trahendi in musculis præcipue sita est, fibrisque ciliaribus crystallinum humorem ambientibus, quæ verosimiliter illum corneæ admovere, aut ab illa removere possunt. Fibræ aut musculi oculi tunicis, & membranis adnexi, ipsi quoque probabiliter variam illi pro opportunitate convexitatem tribuere valent, sive corneam D P D magis convexam, & elongatam efficiendo, sive retinam *r a s* magis concavam, magisque remotam reddendo.

Visionis phænomena.

1042. OBSERVATIO I. Duos oculos habemus, in quibus *ejusdem objecti imagines duæ* pinguntur; nec tamen objectum duplex videmus. Quæ magis rationi consentanea hac super re dicantur, ista sunt.

I. Censent plærique optici, membranam, in qua imago pingitur, esse fibrarum textum ad nervum opticum spectantium; & ab utroque oculo fibras has in idem nervi optici O punctum concurrere. Quare quum ambo oculi ad idem objectum diriguntur, radii in utriusque oculi fibras similes, & analogas incidunt, quæ idem nervi optici punctum afficiunt. Hinc in hoc nervo unica sensatio, a qua unica in anima idea gignitur.

At si alterutrius oculi positio mutetur digiti pressione, *objectum videtur duplex*; objecti enim imago in utroque oculo pingitur in fibris non analogis, nec ad idem nervi optici punctum pertingentibus; quare duplex habetur in duobus diversis nervi hujus punctis affectio. Huic duplici affectioni duplex adnexa est sensatio, unde duplex in anima objecti idea paritur.

II. Cato, aliisque anatomicis nonnullis hæc explicatio non adridet. Hæc fibrarum analogia, & concursus ad nervum opticum illis fabulam sapit, nec inde apte phænomenon explicari arbi-

bitrantur. Censent ipsi, duas similes ejusdem objecti imagines in duobus oculis nullam neque inter se, neque per fibras, in quibus pinguntur, conjunctionem habere; sed animam ipsam experientia, & consuetudine ductam ex duplici imagine objectum unicum judicare. Quum itaque in utroque oculo imago pingitur loco, positione, figura, impressione similis, sentit anima ab eodem unico objecto impressionem venire, & unicum objectum sentit, & videt vividius quidem duplici imagine, quam unica. Novit enim anima, inquiunt auctores hi, objectum unicum illud esse, quod unicum, eundemque locum suae superficiei proportionalem occupat; & duplex esse illud objectum, quod duplex in duobus distinctis locis spatium occupat. Sententiam hanc magis praecedente nobis adridere non inficiabimur.

1043. OBSERVATIO II. Certum est, nonnullos esse qui minutissimas literas noctu ad stellarum lucem legant. Ferunt quoque fuisse, qui obscurissima nocte in conclavi omni luce carente objecta viderent, atque dignoscerent; quod veritate non opponi putant, si verum sit, ut quoque plaerique autumant, feles, noctuas, talpas in densissimis tenebris objecta videre. Qua vero ratione phaenomena haec, postremum praesertim, nostrae theoriae visionis concilientur?

EXPLICATIO. I. Nihil rari invenimus in legentibus ad stellarum lucem: hi enim magna organi sensibilitate id exigua luce efficiunt, quod alii multa (1040). Quum a loco valde illuminato ad obscurum repente transimus nihil ibi initio distinguimus; oculus enim antea validis lucis incursibus agitatus, tenues exiguae lucis impressiones non sentit. Subinde oculus quiescit: pupilla magis magisque dilatatur ad majores lucis conos admittendos. Horum impressio tunc tanta est, ut illam anima sentiat (872), & objecta, licet parum illuminata videre possit.

Pen-

Pendet ergo claritas visionis a conditionibus admodum variis; ab organi sensibilitate, quæ infinite varia esse potest: a diversa papillæ amplitudine, quæ diversam radiorum copiam admittat: ab organi quiete, aut agitatione, quod quum vehementer agitatur majori impulsu indiget ad animæ attentionem conciliandam: at quiescens levi etiam agitatione animam monet. Omnia hæc fortasse in legente ad stellarum lucem inveniuntur.

II. Aliquem nulla in luce videre commentum est. Si qua bruta ibi vident, ubi nulla nobis lux est, quod neutiquam probatur; dicendum, tantam in iis locis lucem inesse, quæ nobis insensilis eorum oculos satis ad visionem percellat. At quænam ista lux est, qua feles, exempli gratia, obscuro loco, & nocte tenebricosa videre possit?

Obscuro in loco, & atra nocte *vermem lucentem* video, fermentatio quædam siquidem ex hoc materiam lucidam ejicit, qua mihi visibilis fit. Substantiæ omnes animales, & vegetabiles hisce fermentationibus obnoxiæ sunt, quæ ex illis plura corpuscula expellunt, quibus igneæ, & lucidæ particulæ admixtæ sunt. Hæ visionem nobis parere ineptæ, eam in sensibilioribus organis cur excitare non valeant? In hac hypothesi substantiæ hæ felibus, brutisque æque videntibus (si res vera est) id essent, quod nobis vermis lucens. Hac tantum hypothesi phænomenon explicari potest; nisi fabula sit.

§. VII.

REFRACTIO ASTRONOMICA.

1044. DEFINITIO. Refractio *astronomica* ea dicitur, quam astrorum lux oblique in terre-

ſtrem athmoſphæram incidens ſubit. Exempli cauſa: (*Fig.* 35)

Sit T tellus: *a t x v* athmoſphæra illam ſtratis concentricis ambiens quindecim, aut ſexdecim leucas alta (743); R Z S *t x a* immenſum ſpatium, quo athmoſphæra ab aſtris ſeparatur. Radius S *t* T ad centrum athmoſphæræ directus adeoque illi perpendicularis non refringitur; (987) at radius S *n* medio refringenti obliquus athmoſphæram intrans refringitur per S *n m* ad perpendicularem *n* T ad punctum *n* a centro ductam accedens. Hæc radii inflexio in *n* eſt ipſa refractio aſtronomica.

I. Athmoſphæra terreſtris eſt medium ad ſenſum ſphæricum facilius a luce penetrabile (quæcumque rei cauſa ſit), quam ſpatium ſupra athmoſphæram: *lux ergo novum medium intrans refractionem ſubire debet illi affinem, quam ab aere in aquam tranſiens ſubit* (988). Radius ergo, exempli gratia, S *n* ad perpendicularem modo deſignatam *n* T accedet.

II. Telluris athmoſphæra non ubique æque denſa eſt: ſtrata terræ proxima ſuperioribus denſiora ſunt: hæc vero per gradus ad extremum uſque magis magiſque rareſcunt (738, IV.). Si refringens athmoſphæræ vis eſt ubique ejus denſitati proportionalis, quod valde veroſimile eſt; *lucis refractio a ſuperioribus ſtratis ad inferiora ſemper augebitur*. Quare ſuppoſita athmoſphæra in ſtrata concentrica diviſa, radius obliquus R *b* per hæc ſtrata tranſiens deſcribet curvam *b c d m* magis magiſque ad ſucceſſivas perpendiculares *b* T, *c* T, *d* T accedens; & aſtrum R, unde venit radius B *b c d m* videbitur in *r* ab oculo in *m* poſito. (912)

Etſi hæc refractio ex inæquali athmoſphæræ denſitate curvam efficiat *b c d m*, quum tamen parum ſenſibilis hæc curvatura ſit, nos lineam a radio in tota athmoſphæra deſcriptam rectam aſſumimus, ut *n m*.

Radiorum refractio in athmosphæra.

1045. APPLICATIO. (*Fig.* 95). Sit terra T: athmosphæra *mdnr*: horizon sensibilis H*man*K: oculus spectatoris *a* in horizonte: sol S, luna L infra horizontem sensibilem.

Etsi terra ad sensum sphærica sit; oculo tamen est instar superficiei planæ, cui curvatura, quæ pro hexapedis 150 est trium linearum tantum (*Math.* 534), sit insensibilis. Hac ratione telluris partem, in qua oculus *a* situs est, tamquam planam exhibemus. Nequit ergo oculus *a* radiis irrefractis (*) in cælo videre nisi objecta, quæ supra horizontem H *a k* sint: radii enim eorum, quæ infra sunt, a terra impediuntur, ne directe ad oculum veniant.

I. Sol sub horizonte sensibili in S quaquaversum radios jaculatur in directum; nullus horum tamen directe ad oculum *a* ferri potest, tellure interposita.

II. Solarium radiorum unus tantum est athmosphæræ perpendicularis, qui nullam refractionem subit: ceteri omnes in athmosphæram incurrentes refringuntur ad perpendicularem accedentes, quæ ubique est recta a centro curvaturæ ad punctum incidentiæ ducta. Radiorum refractio, ceteris paribus, eo major est, quo magis obliqui in athmosphæram incidunt, seu quo remotius a terræ centro diriguntur. (990)

III. Radius S*n*, qui si pristinam directionem S*nc* in athmosphæra sequeretur oculum *a* non attingeret, refringitur in *n*, & inde ad oculum *a* pergens ibi solis imaginem pingit. Videbit ergo ocu-

(*) *Tantum verticalia objecta videt radiis irrefractis*. Interpres.

culus *a* solem per lineam *an* in K, supra locum, ubi re ipsa est. (912)

IV. Quum sol ab S in Z transgressus in oculi zenith invenietur, in proprio loco videbitur; radius enim Z*a*, quo sol in oculo *a* pingitur, est athmosphæræ perpendicularis, nec refringitur. Quavis alia in statione sol extra proprium locum videtur; per radios quippe refractos videtur. Sit enim, exempli causa, ZDK portio meridiani: sol in D in meridiano videbitur in P; in meridiano quidem, sed extra proprium locum ob radium refractum D*da*, a quo in oculo pingitur directione *ad*P. (912)

V. Eo major refractio est, quo astrum est horizonti propius, eo minor, quo magis ad zenith accedit. Optima rei hujus ratio est, quia radius eo majorem athmosphæræ extensionem percurrit, & eo magis facultati refringenti subest, quo astrum, a quo venit, est horizonti propius. Exempli causa, radius S*na* refractionem subit in toto spatio *na*; radius Z*da* illam subit tantum in minore spatio *ad*.

VI. Vidimus a refractione semper apparentem astri locum mutari; & refractionem eo majorem esse, quo astrum est horizonti propius. Quare sol in S, & in D supra verum locum apparebit. Distantia inter verum locum S, & apparentem K refractionis quantitatem exprimit: qua proportione refractio ab horizonte, ubi maxima est, ad zenith, ubi nulla est, decrescat alibi videbimus. Vi astronomicæ refractionis astra sub horizonte sensibili H*a*K, puta sol S, & luna L, in horizonte, aut supra ipsum conspiciuntur in H, & K, supra proprium utriusque locum.

VII. Sol, & luna aut in horizonte, aut paulo supra siti figura ovali apparent, cujus diameter verticalis horizontali est aliquanto minor. Refractio siquidem efficit, ut omnes astri partes altiores appareant, quam re ipsa sint; atque hæc appi-

apparens elevatio eo major eſt, quo pars radians horizonti propior eſt, inferior aſtri pars majorem ſuperiore refractionem ſubit. Inferior ergo objecti pars radiis magis refractis viſa elevatior ſuperiore apparebit, & diameter verticalis brevior videbitur. (*Fig.* 95)

VIII. Suppoſuimus, radiorum refractionem in athmoſphæra, ceteris paribus, eſſe ſtratorum refringentium denſitati proportionalem. Hypotheſis experientiæ conſentanea eſt. Iteratis enim obſervationibus conſtat, lucis refractionem in aere eo majorem fieri, quo aeris denſitas ſive compreſſione, ſive frigore augetur. Quare objecta ſive cæleſtia, ſive terreſtria trans athmoſphæram viſa, etſi ad notas altitudines conſtituta non ſemper æque ſupra verum locum apparere debent: athmoſphæra enim, in qua radii, per quos objectum videtur, refringuntur, a calore, & frigore, ab humida, aut ſicca temperie, & ab innumeris aliis cauſis, quas ſupervacaneum eſt recenſere, innumeris variationibus eſt obnoxia. (1231)

Fatentur celebres geometræ, ſe ſæpius modo majorem, modo minorem eorundem ædificiorum, aut montium altitudinem inveniſſe, quam ſumma diligentia ab eadem diſtantia, iiſdemque inſtrumentis dimenſi erant. Hujus diverſitatis cauſa fuiſſe dicenda ſane videtur diverſa radiarum ab his objectis venientium refractio in athmoſphæra modo magis, modo minus condenſata, & vaporibus gravi.

Crepuſculum.

1046. DEFINITIO. *Crepuſculum* eſt lux illa ſenſim mane ante ſolis ortum creſcens, & ſero poſt ſolis occaſum ſenſim langueſcens ad noctem obſcuram. Lux hæc matutina paſſim *aurora* dicitur, veſpertina *crepuſculum*.

Obſervationibus conſtat, crepuſculi initium,

& finem esse quum sol ferme 18 gradibus infra horizontem est: hora nempe, & minutis 12 ante ortum, & post occasum; diuturnius vero esse crepusculum in solstitiis, quam in æquinoctiis: in sphæra obliqua, in Europa, exempli gratia, quam ad æquatorem in sphæra recta.

EXPLICATIO. Convertatur sol infra horizontem a media nocte, ad ortum in parte suæ curvæ N B G S. (*Fig.* 95)

I. Sol in N nullum radium ad oculum *a* dirigere potest, quum omnes a tellure T intercipiantur. Exempli gratia radius perpendicularis N T in *a* ferri nequit: radius obliquus N *r* in athmosphæra ad perpendicularem *r* T accedit & terram offendit: radius magis obliquus N *v* quoque refringitur, & pergit per *v e*, qua via ad oculum *a* ferri nequit.

II. Sol successive ab N in B transit, & a B in G, ferme gradus 18 infra horizontem: illinc quaquaversum in athmosphæram radios divergentes conjicit, qui in ea inequaliter refringuntur (867): ex his tantum fasciculum *n* G *e* considerabimus, qui tantum ad oculum *a* inflecti potest: ex his radiis *n* G *e* magis refrangibiles, magisque refracti exigua copia ad oculum *a* feruntur per lineam angularem G *n a*, dum minus refracti supra oculum pergunt in *c*, aut *d*. Incipit ergo oculus *a* aliquam lucis sensationem habere, qua de propinquo solis reditu monetur. Radii hi in objecta terrestria incidunt, a quibus ad oculum *a* reflectuntur, qui objecta sibi proxima discernere incipit.

III. Sole ab G in S procedente lux successive supra terras augetur; quo magis enim sol ad horizontem accedit, radii minus refrangibiles, qui in athmosphæra supra horizontem dispergebantur, satis refringuntur, ut cum magis refrangibilibus ad horizontem adveniant; unde terrestribus objectis major lux affunditur, quæ reflectentia magis visibilia fiunt.

Ra-

IV. Radii solis refracti, sole adhuc paulo nimis infra horizontem posito, satis lucis præbent, ut & objecta terrestria videantur, & proximus solis ortus enuncietur; nondum tamen solis imaginem in oculo pingunt: inæqualiter enim refracti, & dispersi, nondum ea densitate eoque ordine ad oculum adveniunt, qui ad solis imaginem in retina pingendam requiritur: ad hoc enim radii & satis densi advenire debent, & eo ferme ordine, quo a sole procedunt. (911)

V. Crepusculum vespertinum passim matutino diuturnius est: athmosphæra enim diuturno calore dilatata, nocturno frigore condensata vespere quam mane altior est; & refractionis astronomicæ diuturnitas est altitudini medii refringentis ad sensum proportionalis.

VI. Crepusculum in solstitiis diuturnius est, quam in æquinoctiis, ceteris paribus. In solstitiis enim lux magis oblique athmosphæram trajjciens diutius actioni refringenti athmosphæræ subest.

Satis hic Divinæ providentiæ beneficentia apparet. Nemo ignorat, oculos nostros ita gradatim a tenebris ad lucem, & ab hac ad illas transeuntes non lædi, dies diuturniores fieri, nosque ita ad solis absentiam, & reditum apte disponi. Notum quoque est, zonarum gelidarum incolas ab hac lucis refractione noctes habere crepusculo nostro similes, qua solis per menses quinque, aut sex absentia ab iis regionibus reparatur; cujus absentiæ causam alibi explicabimus. (1315)

SECTIO TERTIA.

THEORIA IGNIS;

sive lucis, & materiæ igneæ analogia.

DUobus modis *ignis* considerandus est; primo ut *substantia simplex*, & primigenia; dein, ut *substantia* aliis substantiis natura diversis *commixta*. Nisi hæc apte distinguas, omnia in theoria ignis tenebris involves. Ignis prima ratione consideratus est ipse *ignis elementaris*, unaque ex substantiis primigeniis, unde corpora componuntur: altera ratione consideratus est *phlogisticum*, seu pars corporum inflammabilis, quorum ignis pars constituens est.

Ignis elementaris.

1047. OBSERVATIO. Post duorum, aut trium annorum millium studia, post Cartesii, & Neutoni meditationes, post docta, & ingeniosa Boerhavii, Lemerii, Reaumurii, Sthalii, aliorumque illustrium physicorum experimenta adhuc incerta est ignis natura. Inter physicos, qui suam huic naturæ mysterio operam navarunt,

I. Censent alii, ignem esse elementum peculiare: molecularum congeriem materiæ simplicis, ad sensum homogeneæ, immutabilis, incoercibilis, semper agentis, ac in motu positæ, essentia fluidæ, omnis fluiditatis principii, primigeniæ caloris, & combustionis causæ in corporibus.

II. Censent alii, ignem esse dumtaxat fortuitam substantiarum heterogenearum quarumcumque collectionem, quas fermentatio quaquaversus

ſus diſiicit, & quæ a ſolo motu corpora com-burendi, & diſſolvendi vim obtineant: quare his auctoribus ignis nihil eſt, præter ipſas terræ, aquæ, aeris moleculas diviſas, attenuatas, & variis motibus jaculatas.

III. Exiguus auctorum numerus ex miris ſubſtantiæ hujus phænomenis ſuſpicari auſus eſt, ignem eſſe ſubſtantiam mediam inter corpus, & ſpiritum, & ab utroque diverſam.

Harum opinionum prima veroſimillima eſt, altera certo falſa, tertia evidenter inepta, & abſona.

1048. ASSERTIO I. *Ignis elementaris eſt ſubſtantia materialis.*

DEMONSTRATIO. Subſtantia experimentis, & obſervationibus pertractata, quam rarefacere, condenſare, augere, minuere, qua lubet dirigere poſſumus, quæ ſenſus afficit, immediate in omnia corpora agit, per ea diſtribuitur, motum concipit, & communicat; quæ ſenſibus, & menti materiæ proprietates exhibet, profecto ſubſtantia materialis eſt. Atqui hujuſmodi eſt ignis; ergo ignis ſubſtantia materialis eſt, inter fluida tenuiſſima referenda; quæ non proinde, quod tenuiſſima ſint, materia eſſe deſinunt æque ac craſſiſſima. Q. E. D.

1049. ASSERTIO II. *Ignis elementaris non eſt fortuita partium heterogenearum attenuatarum, & ad motum excitatarum congeries.*

DEMONSTRATIO I. Subſtantia eoſdem ſemper effectus pariens, eaſdem ſemper proprietates præſeferens non eſt fortuita ſubſtantiarum heterogenearum collectio; harum ſiquidem proprietates, & effectus varii ſunt, pro earum naturæ, & mixtionis diverſitate. Aſt ignis elementaris a ſubſtantiis ſegregatus, quibus ſæpe conjunctus eſt ſemper, & ubique eoſdem parit effectus ſuæ denſitati proportionatos, eaſdem ſemper, & ubique proprietates præſefert; ergo ignis elementaris non eſt fortuita heterogenearum ſub-

ftantiarum attenuatarum, & ad motum concitatarum collectio.

II. Lex eft corporum generalis, motum omnem femel impreffum minui, & tandem infenfilem fieri, quum majori corporum quantitati communicetur (310). Atqui evidens eft, motum in igne hanc legem non fequi: fcintilla enim a fcilice excuffa fucceffive in incendium vertitur miro motus augmento, quem a corpore ad corpus tranfmittit. Ergo materia ignis à reliquorum corporum materia diverfa eft; non ergo partium heterogenearum congeries.

Corporibus itaque ardentibus caufa ineft fuccenfionis a partibus, quas diffipat, & jaculatur, diftincta; parata natura fua motum, quem concipit augere, & ex propris effectibus novas vires acquirere. Q. E. D.

1050. ASSERTIO III. *Ignis elementaris eft peculiare fluidum, cujus natura eft immutabilis, ad fenfum homogeneum, femper vel in motu pofitum, vel ad motum paratum.*

DEMONSTRATIO I. Ignis elementaris eft fubftantia peculiaris a terreis, aereis, aqueis fubftantiis, quas agitat, ac diffipat, diftincta; fequitur enim diverfas motus leges, diverfos parit effectus, diverfafque habet proprietates, quæ fortuitæ harum fubftantiarum mixtioni convenire nequeunt (1049).

II. Ignis elementaris fubftantia eft ad fenfum homogenea; eafdem enim femper, & ubique præfefert proprietates, eofdem parit effectus, quæcumque mixta fint, a quibus educitur. Ignis a fole emiffus, ab ardentium corporum terreftrium igne in hoc tantum differt, quod ille purior fit, magifque ab extranea materia fegregatus.

III. Ignis elementaris eft fubftantia natura immutabilis, ficuti funt omnia corporum principia, ut primo operis tractatu oftendimus (145).

V.

V. Ignis elementaris est fluidum tenuissimum: corpora enim magis compacta ab hoc elemento libere pervaduntur, quod intimae eorum substantiae sese insinuat, minimas eorum partes dilatat, ac segregat, ac fluida efficit. Multo quoque verosimile est, fluida omnia natura ad soliditatem tendere; ac solam ignis actionem eorum partibus integrantibus proprietatem fluiditatis impertiri. Aqua, exempli gratia, marmor duritie æquaret, si ignis suis partibus interjectus eas sejunctas non detineret.

V. Ignis elementaris aut semper movetur, aut ad motum semper paratus est. Nisi enim hæc illi proprietas tribuatur, phænomenon quotidianum explicari nequit; quum videamus scintillam, aut exiguum ignem in vastum incendium converti. Q. E. D.

1051. ASSERTIO IV. *Verosimile est, ignem, & lucem idem elementum esse.*

DEMONSTRATIO. Lux comburit, ignis illuminat. Ergo lux, & ignis idem principium esse videntur duos diversos edens effectus.

I. *Lux comburit.* Solis radii per lentem collecti corpora tum in vacuo, tum extra comburunt, & in calcem redigunt.

II. *Ignis illuminat.* Quæ enim materia corporum combustionem, ac partium dispersionem efficit, semper, aut fere semper lucet. Quum vero primus tantum effectus habetur, ideo est, quia idem principium ad primum effectum obstaculum non invenit, invenit vero ad alterum: uterque effectus, combustio, & irradiatio, ab iisdem conditionibus non pendet; ut sequenti nota explicabimus.

Hæc lucis, & ignis notio naturæ simplicitati, atque œconomiæ mire consentit, quæ in effectibus prodiga, causarum avara est. Quare natura duas causas statuat, ubi una sufficit? ergo sententia hæc, sin minus ut certa, saltem ut multo verosimilis est admittenda. Q. E. D.

1052. NOTA. I. Ut lux, aut ignis elementaris *comburat*, aut sensibilem corporibus calorem inducat, gradu densitatis indiget, quem definire non ita facile est. Elementi hujus radii nimis languidi, aut rarefacti lucere possunt, quin comburant: hinc lux sine calore; hoc est sine altero ex effectibus, quos elementum hoc parere aptum est. Hujusmodi est lux stellarum, lunæ, phosphororum quorundam. Solis lux minus regiones nostras calefacit hyeme, quam æstate; obliquior enim, & rarior in regiones nostras incidit hyeme, quam æstate: in luce vero vis comburendi, aut calefaciendi in majori ratione crescit, quam sit ratio densitatis; ut alibi adnotavimus (976).

II. Lux, aut ignis elementaris, ut *luceat*, libere agere debet, & a substantiis heterogeneis segregatus, quibus commixtus esse potest. Pulvis pyrius, oleum, alia corpora combustibilia sunt veluti ignis elementaris receptacula; at ignis hic nec urit, nec lucet, nisi explosione a substantiis, quibus conjunctus est, separetur.

III. Ignis elementaris in corporum interstitiis latens, quin illis conjunctus sit, nec ardet, nec lucet: duo enim hi effectus ignis *explosionem* postulant: elementum vero ambiens, & secum æquilibratum vetat, ne explosione e corporibus erumpat.

Phlogisticum.

1053. DEFINITIO. *Phlogisticum* est ignis elementaris aliis substantiis natura diversis *combinatus*. Definitio explicationem postulat, quam subjicio.

I. Diximus alibi *combinationis* nomine intelligi duorum diversorum corporum conjunctionem ex affinitate invicem adhærentium; unde novum corpus gignitur, natura mixta, ex utroque aliquid habens, neutrius vero naturam habens.

Exem-

Exempli causa, sales duo, acidus alter, alter alkali simul conjuncti tertium salem efficiunt, qui nec acidus est, nec alkali, sed neuter. Ita quoque sales oleis terrestribus simul in naturalibus productionibus conjuncti plantas, & fructus efficiunt, qui non principiorum, a quibus sunt, sed peculiarem aliam naturam obtinent: sunt nova corpora peculiaribus proprietatibus prædita, quæ in eorum separatis principiis non inveniuntur.

II. Ignis elementaris, ut & cetera corporum principia, non eandem cuique substantiæ affinitatem habet; aliquibus ergo corporibus facilius conjungi debet, aliis difficilius. Exempli causa, aqua regia, quæ facile auro conjungitur, non ita argento conjungitur: ita ignis elementaris oleosis, & sulphureis substantiis facile jungitur, aqueis non item.

III. Ignis elementaris quibusdam substantiis conjunctus, uti ligno, oleo, pulveri pyrio, corporibus combustibilibus, non easdem in illis proprietates habet, quas solitarius; sicuti aer corporibus conjunctus, quorum pars constituens est, non ea pollet fluiditate, & elasticitate, qua a corporibus segregatus distinguitur (730). Ignis elementaris substantiis heterogeneis conjunctus, quibus corpora combustibilia constant, iners fit; inertiæ vero hujus causa est ejus *affinitas* hisce substantiis, quæ fortior nisu suo naturali ad motum, illum ipsis adhærentem detinet.

IV. Adhæsio hæc varia est pro varia ignis hisce corporibus affinitate. Si minima sit hæc adhæsio, ignis semper nisum ad motum servans facile erumpit simul ac causa extrinseca separationem juvat; & corpora combustibilia eo facilius ardent, quo minor inter ignis, & eorum partes adhæsio est.

Ignis in corporibus tum illis conjunctus, tum non conjunctus.

1054. OBSERVATIO. Ignis elementaris duobus modis admodum diversis corporibus inest, sive illis *conjunctus*, sive *non conjunctus*. Distinctio hæc neglecta magnam huic quæstioni obscuritatem induxit.

I. Ignis elementaris corporibus inest quin illis conjunctus sit, quum vel in eorum interstitiis latet propria natura servata fluidi ignei actione, & motu præditi; sicuti aqua spongiæ interstitiis inest aquæ elementaris natura prorsus servata.

Verosimile est, ignis elementum varia quantitate per universam naturam diffusum corporum interstitiis inesse, ibique cum illo igne æquilibrari, qui per aerem diffusus est. Aquæ pes cubicus, & olei pes cubicus in eadem aeris temperie, si æqualia habeant interstitia eandem ignis elementaris copiam continebunt: si oleum plura habeat interstitia majorem ignis puri, nec commixti copiam continebit; at non propterea aqua calidius erit: ignis enim elementaris in interstitiis latens eandem in oleo, & aqua densitatem habet: vis vero comburendi non ejus volumini, sed densitati, & elementorum suorum proximitati est proportionalis (976).

II. *Ignis elementaris corporibus inest conjunctus, atque commixtus*, seu tamquam eorum pars constituens, fluidi in motu positi proprietate carens, eorum principiis adhærens, & cum his novam corporis speciem efficiens: sicuti aqua oleo in plantis conjuncta naturam mutat: sicuti aer mixtis conjunctus fluiditate, elasticitate, natura aerea spoliatus est.

III. Certum est, ignem commixtum æquali quantitate in omnibus corporibus non inveniri. Corpora combustibilia inæqualem ejus quantitatem continent pro diversa illi affinitate: hinc

inæ-

inæqualis eorum combuſtibilitas. Hujus ignis commixti plurimum eſt in oleo, minimum, aut nihil in aqua.

IV. *Combuſtio* quæ ſeparatio, & exploſio eſt principii inflammabilis corpori combuſtibili incluſi, conjunctionem deſtruit ignis elementaris cum corporis ſubſtantiis heterogeneis: ignis hic ſegregatus redit ignis elementaris, & purus; ſicuti aer corporibus commixtus, & combuſtione ſegregatus ad priſtinam fluidam, & elaſticam ignis naturam redit.

Ignis communicatio.

1055. OBSERVATIO. Duobus diverſis modis ignis communicatur: hos diſtinguamus oportet, niſi totam theoriam perturbare velimus: ſpectant modi hi duo duos modo conſideratos ignis ſtatus, libertatis, & commixtionis. Ignis purus diviſione, commixtus productione communicatur.

I. *Ignis diviſione communicatur.* Ita ferrum candens corpori admoto calorem communicat: calida frigidæ affuſa calorem ſuum cum hac dividit: aer fervens corporibus, quæ ambit, ſuum calorem impertitur. Nihil hæc ignis communicatio peculiare habet: generalibus motus legibus omnino regitur (321). Corpus calorem communicans tantundem amittit, quantum tribuit: corpus, quod accipit, tantundem dumtaxat accipit, quantum alterum amittit. Si amphoræ frigidæ amphora calidæ affundatur, calor ita diſtribuetur, ut tota maſſa dimidio minus calida ſit, quam poſtrema amphora eſſet. Si quinque frigidæ amphoris una calidæ affundatur, calor per ſex amphoras diſtributus erit ſextuplo minor calore, quam amphora calidæ prius obtinebat. Hac ratione ignis purus, liber, & jam agens communicatur.

II. *Ignis productione, & augmento communicatur.*

tur. Scintilla e silice excussa fomitem succendit, sarmenta, ligna, silvam totam. Quantum in hac ignis communicatione motus, & virium augmentum? Hac ratione ignis commixtus, phlogisticum communicatur. Rem explicare ita pergimus, ut non hypothesim, sed naturæ theoriam exponere videamur.

Corporum combustio.

1056. OBSERVATIO. Jam ostendimus qua ratione ignis corporibus conjungatur (1053), fiat corporum principium, seu pars constituens, in iis jaceat iners. Videndum modo qua ratione a mixto magno virium augmento dissolvatur.

Ignis primo natura liber esse, & agere nititur: at nisus hic cohiberi potest a diversa ejus aliis corporibus affinitate: tunc is est ignis commixtus, seu phlogisticum. Quodvis ignis elementum ab alio materiæ elemento coercetur, cui affinitate conjunctum est.

Hæc ignis aliis elementis adhæsio semper affinitati proportionalis, admodum varia esse potest. Si enim ignis nisus ad motum supponatur ab affinitate coercitus; patet jam minorem nisum hunc esse debere vi affinitatis, qua eliditur; atque hanc affinitatis vim magis, minusque nisui illi prævalere posse: hinc duplex phænomeni explicatio.

Corpora facile combustibilia.

1057. EXPLICATIO I. Quando nisus ignis ad motum *paulo minor* est vi affinitatis, qua corporibus adhæret, quodvis ignis elementum paulo tantum sua actione majorem resistentiam experitur. Quare si paululum nisus iste ignis ad motum augeretur, omnia ejus elementa, victis obstaculis, libere moverentur. Ita ignis inveni-

tu-

tur in fomite, in pulvere pyrio, in corporibus omnibus facile inflammabilibus; in his vis affinitatis parum admodum vim explosivam superat ignearum partium corporibus admixtarum.

I. Scintilla, quæ globulus igneus est e silice excussus, si in fomitem cadat; in elementum ignis incurrit, quod a vi attractiva detinetur parum majore vi ignis expansiva ad motum tendente. Quum vero vis ista ignis duplo, aut triplo a scintillæ incursu augetur, unde vim adhæsioni oppositam nanciscitur, ille erumpit, & libere movetur; vi sua, & a scintilla communicata in contiguas fomitis partes irruit, in quibus alia latent elementa ignea ad motum quoque tendentia, & ab obstaculis nisui ad motum æqualibus, aut paulo maioribus detenta. Elementa hæc ab his omnibus viribus adjuta, & ab impulsu semper crescente elementorum igneorum, quæ a fomite separantur, & quaquaversum prosiliunt, libere, & violenter agunt, & eodem modo alia elementa ignea segregant, donec totus fomitis ignis eruperit, & agere cœperit.

Ut rei hujus imaginem nobis effingamus, ponamus decem, aut duodecim cubos plumbeos ita transverso filo suspendi singulos, quod unice cubum sibi appensum sustinere possit. Nititur quisque cubus filum diffringere, quod vi tantum pollet cubi nisui resistendi. Superioris cubi ita vis augeatur, ut filum diffringat; in inferiorem cadet, qui quoque filum, quo detinetur, diffringet. Primi hi duo cubi jam in motu positi in tertium cadunt, & secum in quartum ruunt, & in sequentes viribus semper crescentibus. Quo plures erunt cubi ita suspensi, eo major erit conjuncta eorum actio postquam fila disruperint.

Vel, si lubet, concipiamus fluidum maxime elasticum innumeris, ac tenuibus vitreis globulis inclusum simul in cumulum congestis, qui singuli vi tantum polleant fluidum cohibendi.

Si

Si ab extrinfeca caufa horum globorum unus diffringatur ; fluidum elafticum jam liberum fragmenta in proximum globum conijcit , qui ab his diffractus a fuo fluido in alios globos jacitur; atque ita fucceffive fluidi partes antea coercitæ dilatantur, & collatis viribus in oppofita quævis obftacula impetum faciunt.

II. Quo naturali machinamento fomes fuccenditur, eodem & pulvis pyrius inflammatur duplici hoc difcrimine; in pulvere pyrio fcilicet primo vim affinitatis, qua elementa ignea fulphuri , & carboni junguntur (823), minorem ea videri, qua fomiti juguntur; deinde fulphur & carbonem pulveris pyrii magis videri igne abundare, quam fomitem.

Hoc poftremum a theoria affinitatis fequitur. Alibi vidimus affinitatem non in omnibus corporibus eandem effe: aquam, exempli caufa, copiofius fales quofdam arripere , quam alios: aquam regiam, quæ aurum avide attrahit, ab argento abftinere. Quare fulphur, & carbo majorem ignis copiam haurire nequeant, quam fomes, in hypothefi , qua majorem , quam fomes, igni elementari habeant affinitatem ? In valde verofimili hac hypothefi fulphur , & carbo igne faturi multo majorem ignis copiam continebunt, quam fomes fatur.

Corpora ægre combuftibilia.

1058. EXPLICATIO II. Quando nifus ignis ad motum multo minor eft vi affinitatis , qua corpora igni junguntur ; quodvis elementum igneum a vi hac ita detinetur, ut non nifi viribus fuis plurimum auctis effugere, & motum concipere poffit. Hic eft corporum ægre inflammabilium ftatus; olei, exempli gratia, adipis , ligni ; quæ corpora unica fcintilla immediate non fuccenduntur.

I. *Corpus ægre inflammabile, ut lignum , eft* mix-

mixtum ex igne elementari, & substantiis heterogeneis, quæ maxima affinitate ignis elementa coercent. Magna igitur ignis liberi copia requiritur, quæ trunco admota ignem suis interstitiis inclusum a repagulis solvat, ut hic jam agens in reliquas ignis particulas trunco inclusas vim suam exercere possit, easque a trunco jam semiusto dissolvere.

Eodem modo succenduntur truncus, & fomes; at elementa ignea majore vi externa indigent, ut a trunco dissolvantur, quam a fomite.

II. *Lignum siccum viridi, aut humido facilius ardet*: in hoc enim ignis elementa ubique aqua obsita sunt, a qua externi ignis illa excitare nitentis actio bona ex parte eliditur.

III. *Lignum nimis antiquum minus vetustate consumpto ægrius ardet*. In illo enim poris evaporatione laxatis, & terreis, ac salinis partibus distractis nimia ignearum partium copia evolavit.

IV. *Lignum aliquod, ceteris paribus, alio melius ardet*. Sive quod illud majorem ignis copiam contineat: quemadmodum pulvis pyrius plus ignis habet, quam fomes; sive quod in illo elementa ignis terreis, & salinis partibus minus adhæreant, quam in altero; sicuti in fomite minus, quam in aliis ægrius inflammabilibus substantiis, adhærent.

V. *Candela tota consumitur*; cera enim, quæ constat, substantia est igneis elementis abundans, quæ tenui affinitate detinentur, & ab ellychnii flamma successive ad liberum motum disponuntur. Idem dicas de oleo, quo lampas alitur.

VI. *Aqua, ut oleum, non ardet*: aqua enim, quæ solitaria vix ullam igni elementari affinitatem habet, suas moleculas illi non conjungit. Ut aqua igni conjungi possit, debet ipsa aliis substantiis conjungi, a quibus ad conjunctionem cum igne disponatur, hoc in oleis contingit, quorum pars potissima aquea est.

V. *La-*

V. *Lapides sunt quidam apti igneas scintillas emittere*; sive quia substantiis constant, in quibus plurimum ignis latet, sive quia in his minus, quam in aliis lapidibus ignis adhæret.

Lapides isti chalybe percussi scintillas emittunt; ictu enim partium ignearum nisus ad motum juvatur; & inde igneæ particulæ vim obtinent, qua affinitatem vincant, qua detinentur.

VIII. *Eadem ratione affrictus, aut vehemens motus corpora combustibilia succendere potest*, igneas particulas ibi detentas dissolvendo, & ad motum excitando. Hæ ab affrictus motu roboratæ vim suam aliis igneis partibus in corpore latentibus sociant, & cum iis jam naturali nisu ad motum dispositis explosionem efficiunt, & libere erumpunt.

Si affrictus, aut motus corpora succendere potest, potiori jure quemdam caloris gradum in corporibus servare, & augere poterit. Hoc nos in quavis violenta exercitatione experimur. Moleculæ igneæ toti corpori nostro admixtæ quaquaversus dissipantur: intimum ignem jam agentem augent; & per poros apertos abeuntes plurimas diversas substantias secum avehunt, quas generali transpirationis, & sudoris nomine nuncupamus.

IX. *Aer e folle emissus ingentem ignem suscitat, & candelam extinguit*. Ignem suscitat; magno quippe impetu ignem jam liberum, & agentem in illum jaculatur, qui adhuc in materia combustibili detentus latet. Candelam extinguit; totum enim ignem liberum asportat, quo ignis nondum liber solvi posset.

Ignis in corpore accumulatus, & ejus phlogisticum libere succendens, novas perpetuo vires acquirit, ut explicavimus. Quum vero vis ista ad quemdam gradum excrevit, ignis obstacula omnia superat, obvia quæque invadit, ac quaquaversum dissipat impetu suæ densitati proportionali; & multo majori vi ambientia corpora con-

concutit, quam si solitarius ageret, nec secum extraneas substantias abriperet, quibus suam velocitatem communicat, dum illæ suam massam commodant; unde maxima motus quantitas, seu vis motrix enascitur. (269)

Objectiones solvendæ.

Quævis ignis theoria magnis difficultatibus obnoxia est. A nobis tradita simplicissima videtur magisque naturæ conformis. Quæ præcipue illi objici possunt diluere conabimur.

1059. OBJECTIO I. Lux, & ignis non sunt eadem substantia: proprietates enim habent omnino oppositas. 1. Ignis corpora penetrat luci impervia, puta, ingentem ferri massam. 2. Ignis datur sine luce, ut in aqua ebulliente, & in ferro calido: tum lux datur sine igne, ut in phosphoris, & in luna, cujus lux magna lente collecta nullam in thermometro mutationem parit. 3. Lux non nisi per lineam rectam, ignis quaquaversum propagatur, & quavis directione, instar soni. 4. Lux magis, magisque languescit: sæpius ignis communicatione augetur. Ergo ita differunt ignis, & lux, ut non magis aer, & aqua, aut lux differant.

RESPONSIO. Idem corpus diversis modificationibus apparens, diversam naturam habere videtur. Exempli causa, aer in machina pneumatica condensatus animal enecat, exterior vivificat; num duas diversas has aeris species dices quod duos diversos effectus in eodem subjecto, vitam, & mortem pariant? Ita aer, quem haurimus, fluidus est, & elasticus: corporibus commixtus, quorum pars constituens est, fixus apparet, & elasticitate carens (730); num primus ab altero diversus sit, quod ille proprietates habeat, quas in hoc obstacula exeri vetant? His observatis, quæ de innumeris aliis corporibus dici possent, opposita per partes expendemus.

I. Ignis

I. *Ignis*, inquiunt, *corpora luci impervia pervadit*. Respondeo lucem, & ignem elementarem eadem corpora pervadere, & ab iisdem corporibus reflecti. Lux solis in speculum metallicum incidens, a quo reflectitur, primum superficiei stratum calefacit: primum hoc stratum calorem suum alteri communicat, hoc tertio; atque ita porro ad extremum usque, quod calorem suum fluidis omnibus ambientibus successive communicat.

Phlogisticum, sive ignis commixtus, & alligatus, qui vel in hoc speculo, vel in ferrea lamina foci domestici invenitur, aut solis, aut carbonum igne agitatus, in his corporibus fermentationem experitur, & actionem lucis, aut ignis in eorum superficiem agentis, & interstitia subeuntis juvat. Quum corpora hæc ad incandescentiam incaluerunt lucida fiunt: tunc enim ab eorum interstitiis magis patentibus tanta lucis, aut ignis elementaris copia erumpit, quanta ad oculum sensibiliter percellendum satis est. Quum corpora hæc ad incandescentiam non incaluerut, ea in tenebris oculus non videt; quantitas enim lucis, aut ignis elementaris ab ipsis emanans tanta non est, quæ sensibiliter oculum afficere, in eoque objectorum imagines pingere possit. Calor, qui post foci laminam sentitur, aeris ambientis proprie calor est, cui successive a lamina communicatur, & ab hac corporis nostri partibus ad quas sua elasticitate fertur. Pars hæc laminæ aut nihil, aut parum admodum ignis puri ejectat, etsi plura alia fluida emittat liberi ignis vi per ferri interstitia successive trajecta.

II. *Aqua ebulliens*, inquiunt, *multum ignis, nihil lucis habet*. Respondeo, aquæ ebullientis calorem illi a luce, aut ab igne libero, & elementari tribui, qui in cacabum vim suam exercuit. Hæc aqua non lucet, quia quantum satis ad oculum afficiendum ignis puri non emittit,

tit. Ignis ab illa emergens adhuc vaporibus commixtus, fortasse illis conjunctus, quos secum vehit, non ita liber est, & simplex, ut ad lucendum esse debet.

III. *Lux*, inquiunt, *habetur sine igne: uti lux stellarum, lunæ, quorundam phosphororum*. Respondeo, lucem hanc esse verum ignem; sed nimis languidum, ac rarum, ut combustionem efficere possit, etsi satis sit ad irradiationem efficiendam. Duo hi ejusdem principii effectus a conditionibus pendere possunt, quæ modo conjunctæ, modo separatæ in eodem principio sint. (1052)

IV. *Lux*, adhuc inquiunt, *tantum per lineam rectam propagatur: ignis directione quavis*. Respondeo, lucem, & ignem elementarem non nisi per lineam rectam propagari. Ignis, qui alia ratione, quam per lineam rectam propagatur, non est ignis purus, elementaris, ab omni sibi extranea substantia secretus. Est ille aut *fluidorum incalescentium congeries*, quas ignis elementaris actio dissipat, quæque juxta communem fluidorum naturam quaquaversum, & quavis directione feruntur, ac cum quovis fluido tandem ad æquilibrium statuuntur; aut *phlogistici vortices* adhuc attenuatis substantiis commixi, & conjuncti, in quibus fermentescunt, & a quibus secerni nituntur: hi vero vortices juxta gravitationis, & hydrostaticæ leges per aerem diffundi, & distribui debent, non secus ac alia fluida quævis magis minusque sensibiliter gravitantia.

V. *Lux*, tandem inquiunt, *communicatione languescit; ignis vero sæpius communicatione augetur*. Respondeo, lucem, & ignem elementarem communicatione semper minui, nisi a causa apta eorum intrinsecam activitatem augere juventur: uterque vero communicatione augetur, quum causa præexistens eorum actionem in corpus, quod afficiunt, juvat. Scintilla e scili-

cc excussa exiguam lucem, exiguum ignem tantum habet: scintilla hæc in pulveris pyrii promptuarium illapsa simul & in maximam lucem, & in vehementissimum ignem ratione supra a nobis exposita convertitur. (1057)

Hinc sequitur, ea, quæ in identitatem naturæ lucis, & ignis elementaris congerunt, etsi admodum copiosa sint, nihil tamen sententiæ nostræ probabilitati officere.

1060. OBJECTIO II. Si lux, & ignis una, eademque substantia sunt, calor in dies, & sæcula crescere deberet, immensa ignis copia perpetuo a sole adveniente.

RESPONSIO. Lux, aut ignis elementaris a sole in terram emissus, eadem ferme ratione avolat, qua advenit; non itaquei ntelt lure perpetuo accumulari debet.

I. Lux a sole emissa maxima ex parte extra orbem nostrum reflectitur ab impenetrabilibus superficiebus, in quas incurrit: hæc igitur ignis solaris pars ignem orbis nostri augere non debet.

II. Pars solaris lucis, quæ corporum poris immersa retinetur, perpetuo variis naturæ productionibus jungitur, quarum pars constituens fit, & ignis corporum principium. Ex his productionibus, quarum ignis est pars constituens, maximam ejus copiam perpetuo decomponunt, ac separant fermentatio, putrefactio, combustio: porro hic ignis ita segregatus, & iterum lux evadens, aut ignis elementaris, propria lucis velocitate evolat, qua uno temporis minuto secundo, si nihil obsit, spatium percurrit leucis 62222 majus (895); adeoque ab orbe nostro multo procul recedit non rediturus. Quot annis non indiguit natura, ut in lignum, quo ad focum calefio, eam ignis elementaris quantitatem congregaret, quæ hora dimidia erumpit, & cujus magna pars, quæ scilicet obstaculis non detinetur, instante temporis, a terra procul avolat!

Facile igitur intelligemus, quare, etsi plurimum

mum lucis, aut ignis elementaris a sole ad nos adveniat, non tamen in tellure calor perpetuo augeatur in dies, & annos. In hoc enim ignis elementaris commercio tellus tantum hic amittere ferme debet, quantum inde aquirit.

1061. OBJECTIO III. Materia omnis gravitatis legibus subest: ignis natura sursum tendit; ergo igni; non est materia.

RESPONSIO. Lex gravitationis, quam nos cum physicis omnibus admittimus, est generalis naturæ lex omnia omnino corpora afficiens: illi ignis elementaris æque ac aurum, & plumbum obtemperat.

Ignis elementaris liber, ac solutus ratione motus sui semper permanentis, natura nititur quaquaversum. Si peculiarem tendentiam sursum habere videtur, hoc ideo est, quia juxta generales hydrostaticæ leges fluida rariora, & minus gravia supra densiora, & graviora ex ipsa gravitationis vi attolluntur.

Si ignis purus quibusdam corporibus sese insinuans, ibique sese accumulans, ea leviora efficere videtur, hoc ideo est, quia ea dilatans magis volumen auget, quam pondus. Ita aer vesica inclusus illam specifice leviorem efficit; etsi aer illi inclusus, per se gravis sit. (687)

1062. OBJECTIO IV. In hac theoria supponimus, ignem fluidum esse semper in motu positum, seu natura semper ad motum tendens. At undenam igni permanens hæc activitas? Qua ratione materia hæc iners non sit, sicuti terra, & aqua? Nonne hæc motus attributio erit effectus sine causa in naturam invectus? Nonne hoc est quidpiam nulla ratione, nullaque verisimilitudine asserere?

RESPONSIO. Difficultas hæc cuivis hac de re systemati, ac sententiæ communis est. Ex ignis effectibus constat, ignem substantiam esse semper in motu positam, seu natura semper ad motum tendentem. Phænomenon hoc certum est,

eſt, & in quavis de igne theoria admittendum, quidquid contra occurrat. Non itaque ſine ratione, & injuria permanentem motum, vel ad motum tendentiam in igne ſupponimus. At neque effectum hic ſupponimus ſine cauſa: cauſa enim permanens permanentis hujus effectus aſſignari poteſt.

Dei voluntatem, ut primam, & unicam cauſam motus univerſi in natura agnoſcere eſt principium rationi conſonum admittere (76), & veritatem per hos dies ab omnibus ferme philoſophis receptam amplecti. Ita hac maxime veroſimili ac philoſophica hypotheſi, materia ignis, ut reliqua materia omnis, natura iners erit; & unice a Dei actione activitatem obtinebit, qua perſeveranter aut movetur, aut moveri nititur.

II. Si Deus ad univerſæ naturæ actionem conſervandam decreverit, ignem ſemper moveri, aut non quieſcere, niſi aliis ſubſtantiis conjunctum, in hac ſimpliciſſima, ac veroſimillima hypotheſi ignis purus, elementaris, liber fluidum erit ſemper in motu poſitum; ejus vero motus magnum univerſæ naturæ mobile erit. In igne, ut in quovis alio corpore motus, ſeu vis motrix erit productum maſſæ in velocitatem, tum, ut alius quivis motus, augeri, aut minui poterit.

III. Hic ignis motus, vis hæc finita aut a reſiſtentia invincibili, aut a majori vi cohiberi poterit, Poterit ergo ignis elementaris, etſi permanenter ad motum tendat aut cavitatibus impermeabilibus *coerceri*; tunc vero vorticoſo motu agetur; aut majore affinitatis, aut attractionis vi *conſtringi*: tunc vero ejus motus ceſſabit, non tamen ejus ad motum niſus: ſicuti ſaxum filo ſuſpenſum gravitationis motu caret, non niſu ad motum.

Ita nos de igne cenſemus: nihil hic abſurdum, nihil a recta philoſophandi ratione alienum: imo quæ de illo breviter dicta ſunt naturæ, & rationi maxime conſentanea ſunt.

Fri-

Frigus in se, & in diversis regionibus.

1063. OBSERVATIO. Frigus est ignis liberi, & agentis absentia, sicuti tenebræ lucis absentia, at privatio sunt. Quo major in corpore est ignis moti, & agentis copia, eo magis corporis partes integrantes incalescunt; quo minor est in corpore ignis hujus copia, eo magis ejus partes frigescunt. Si nihil ignis liberi, & agentis corpori inesset, illi frigus inesset infinitum, seu quam maximum haberi possit.

I. *In natura non datur frigus infinitum, seu omnimoda ignis liberi, & agentis privatio.* Corpora vel frigidissima semper portionem quandam servant ignis hujus elementaris suis interstitiis inclusi, vel illis conjuncti: Quo magis ignis is avolat, frigus augetur. Aqua gelu concrescens frigidiori adhuc aeri exposita novum frigoris gradum nanciscitur: ignis enim elementaris reliquiæ suis adhuc interstitiis inclusæ, avolare pergunt, ut igni elementari magis languido aeri ambienti permixto æquilibrentur; juxta communem fluidorum elasticorum legem.

II. Corpora in eadem temperie eundem caloris, aut frigoris gradum sensim acquirunt. Exempli gratia, vas oleo ebulliente, & alterum aqua gelida plenum in cavea deposita, ubi thermometrum decem gradus indicat supra gelu, post aliquod tempus temperiem aeri loci similem obtinebunt. Ignis enim in oleo excedens in aerem exhalat, ut igni minus intenso aeris æquilibretur; excessus vero caloris aeris ad aquam pergit, ut languidiori igni in aqua contento æquilibretur: illa vero paulatim ad naturalem fluiditatem revertitur.

III. Quum in eadem temperie corpora sunt magis aere ambiente calentia, varietates hæ *ab accidentalibus causis* procedunt, quas detegere arduum non est. Exempli gratia, fimi cumulu

in gelido aere ambiente fumat, & calet; intima enim fermentatione agitatur, qua ignis materiis animalibus, & vegetabilibus conjunctus expellitur, & excitatur. Ignis corporibus conjunctus, phlogisticum id efficit in fimo, quod in ligno accensis carbonibus imposito: a causa quavis solutus, & ad actionem excitatus ad illum alium excitandum concurrit, contra quem vim suam expansivam exerit. Hisce fermentationibus, non fabuloso igni centrali, subterranei ignes vulcanici, & quarumdam fodinarum sunt tribuendi.

IV. Quum in eadem aeris temperie corpora sunt minus aere ambiente calentia, hæc quoque diversitas *ab accidentalibus causis* oritur in unum corpus agentibus, non in aliud. Exempli causa, aqua aliquando in gelu concrescit in eo temperiei gradu, in quo thermometrum supra gelu stat: hæc enim aqua casu quodam salibus quibusdam imbuta est, ac substantiis aptis ignem elementarem per sua interstitia diffusum attrahere, atque absorbere. (614, IV.)

V. Non omnia liquida ad eundem frigoris gradum congelantur; alia enim majori, alia minori condensatione indigent, ut eorum partes integrantes illam aut contiguitatem, aut proximitatem obtineant, quæ ad reciprocam adhæsionem requiritur (221). Aqua mercurio citius concrescit; quæ enim ignis elementaris copia ad segregandas mercurii particulas sufficit, non eadem aquæ particulas segregare valet; hæ siquidem magis illis ad mutuam adhæsionem tendunt. In planeta terræ simili, in quo immensa esset ignis elementaris copia, aqua, cuprum, ferrum, silices, omnia demum liquida essent, aut fluida: in his enim corporibus actio ignis libere agentis partium integrantium nisum ad conjunctionem elideret.

VI. Notum est, in intimis terræ visceribus, ubi nec fermentatio fit, nec liber aeri externo adi-

aditus, ad quamvis profunditatem, quovis tempore *eandem ad sensum temperiem* haberi, qua thermometrum Reamurianum stat ad gradum ferme decimum supra gelu. (211)

Non idem contingit in terræ superficie, ubi temperies admodum varia est. Præter enim causas locales, quæ per accidens in eadem regione, eodemque anni tempore temperiem mutant, cujusmodi sunt varius solis aspectus, diversa soli humiditas, sylvæ aditum solis radiis præcludentes, ne solum incalescat, certum est, causas generales haberi, a quibus in diversis regionibus, ac climatibus *maxima temperiei diversitates* oriri debent; ac in terrestri superficie temperiem pro diversis anni temporibus, pro diversis latitudinibus, pro diversa soli altitudine diversam esse debere.

VII. *Pro diversis anni temporibus temperies diversa est.* Parisiis, exempli causa, majorem calorem æstate habemus, quam hyeme; primo quia æstate sol quotidie horis quindecim, aut sexdecim supra horizontem est, quum hyeme tantum horis octo, aut novem supra horizontem illuceat. Deinde quia æstate solis radii minus, quam hyeme obliqui adveniunt: quo vero pyramis lucida superficiei minus obliqua est, eo plures radios in datam quamvis superficiei hujus portionem proijcit. Exempli causa. (*Fig.* 24)

Sit punctum N sol: H N K pyramis lucida: H K, V K duo specula plana singula superficie pedis unius quadrati: speculum H K radiis solis perpendiculariter obijce: illud pyramidem lucidam excipiet, cujus basis erit pes quadratus. Dein alterum æquale speculum V K oblique ita soli obijce, ut cum primo H K angulum efficiat semirectum: speculum V K in suam superficiem dimidios tantum radios incidentes excipiet eorum, qui in H K inciderant. Speculum ergo pyramidi lucidæ perpendiculare in quavis sui

parte duplos ferme radios habebit eorum, qui in singulas obliqui plani VK partes incidunt; & quodvis sensibile plani perpedicularis punctum quater magis incalescet quovis simile plani obliqui puncto; lux enim solis radiis constans igne sibi proprio præditis corpora calefacit in ratione tum densitatis, tum proximitatis radiorum, ut experientia probat. (976)

VIII. Temperies pro diversa locorum latitudine diversa est. Ineunte vere, exempli gratia, regiones parum supra mare elevatæ magis incalescunt in Peruvia sub æquatore, quam in Gallia in latitudine boreali graduum 45, vel 50; primo quia, positis utrobique regionibus in planitie sitis, regiones ad æquatorem sunt veluti totidem plana perpendicularia pyramidibus lucidis, a quibus calefiunt in tatione tum densitatis, tum proximitatis radiorum; dum Galliæ regiones ineunte vere quum sol in æquatore est, sunt veluti plana gradibus 45, aut 50 hisce pyramidibus inclinata; quare quum radii ad hæc plana magis divisi, ac rariores adveniant, minorem calorem ibi parere debent in ratione diminutæ eorum densitatis, & proximitatis. Deinde quia pyramides lucidæ in regiones æquatoris incidentes athmosphæram perpendiculariter, & breviori tramite pervadentes minus infirmantur; at quæ in Galliam incidunt oblique, & longiore semita athmosphæram transeuntes majorem radiorum jacturam faciunt; tertio quia initio veris regiones æquatoris magno jam caloris gradu incalescunt, quem sol in dies auget; in Gallia vero tellus solis calori frigus opponit, quod ex hyeme adhuc reliquum est. Iisdem rationibus Galliæ regiones maritimæ initio veris minus frigus habebunt, quam maritimæ Norvegiæ, aut Laponiæ regiones in 60, aut 70 graduum latitudine. Idem dicas de australis hemisphærii regionibus, ubi, ceteris paribus eadem est cæli temperies, quæ in analogis borealis hemisphæ-

phærii regionibus in eadem latitudine. Hoc unico discrimine, quod ibi hyems est, quum hic est æstas, & vicissim: idem quoque de reliquis anni temporibus dicendum.

Ineunte æstate calor adhuc minor est in maritimis Galliæ regionibus, quam sub æquatore in maritimis Affricæ, Asiæ, atque Americæ regionibus, etsi sol tantum horis duodecim regiones æquinoctiales illustret, Gallicas vero horis ferme sexdecim. Quod enim caloris sol nobis diuturnitate impertitur minus est, quam quod ratione minoris obliquitatis regionibus æquinoctialibus inpertitur. Idem dicas de regionibus ultra circulum polarem jacentibus, in quibus calor æstate minor est; quam in Gallia: etsi sol ibi perpetuo supra horizontem pluribus diebus, imo & mensibus perseveret.

IX. *Pro diversa terrarum supra mare elevatione temperies varia est.* Eadem in regione, eodemque anni tempore, ceteris paribus, maximus calor est ad maris litora, minuitur vero quo magis supra mare terræ attolluntur. Itaque ubique terrarum montium vertices loca sunt frigidissima (978), tum in zona torrida, tum in temperatis, tum in frigidis.

In zona torrida sub ipso æquatore toto anno & maximi calore, & maxima frigora simul habentur: maximi quidem calores in regionibus parum supra mare elevatis: maxima frigora in quorundam montium verticibus, quæ supra mare perpendiculari altitudine attolluntur hexapedas 2500, vel 3000, vel 3300, & ultra, quique toto anno nive obteguntur ea parte, quæ supra 2434 hexapedas est elevata. Bouguerius, & Condaminius in celebri Peruviana peregrinatione adnotarunt, sub æquatore maximos calores aut ad mare, aut paulo supra mare persentiri: in ampla valle Quiti sub æquatore jacente, sed hexapedas 1400, vel 1500 supra mare

elevata (*) perpetuum esse ver, thermometro ibi semper ad 14 vel 15 gradus supra gelu perma-

---

(*) *NOTA. Ex observationibus in Peruvia sub æquatore a Gallis Academicis peractis, qui ab anno 1536 usque ad annum 1742 in terrestris meridiani arcu dimetiendo, & in aliis peragendis, quibus astronomia, geographia, physica promoveretur operam suam navarunt, quibusque ad accurate observandum, nec scientia, nec tempus, nec alia ulla adjumenta defuerunt*; ad mare *mercurius in barometro persistit ad pollices* 28, *& lineam unam*: Quiti, *qua urbs hexapedas* 1400, *vel* 1500 *supra mare elevata est persistit ad pollices* 20, *& lineam unam*: in vertice scopuloso Pichinchæ *hexapedas ferme* 2434 *supra mare elevato, persistit ad pollices* 15, *& lineas* 11: in vertice scopuloso Choussalongi *supra mare elevato hexapedas ferme* 2476 *persistit ad pollices* 15, *& lineas* 9. *Ex iisdem observationibus barometri altitudinem in quovis zona torrida loco eadem ferme sunt: ad mare diversitas est tantum linearum* 2 $\frac{1}{2}$, *vel* 3: *Quiti vero vix lineam æquat*. *Juxta quoque easdem obervationes aeris elasticitas ad mare, Quiti, & in scopuloso Pichincha vertice est exacte ejus densitati proportionalis, ut in Europa.* (691)

Si hic canon *a nobis alibi tradius* (738. V.) *ad montium altitudines dimetiendas adhibeatur, inveniemus Quitum supra mare attolli hexapedas ferme* 1735, *non* 1400, *vel* 1500, *ut censet Bouguerius*; *Pichincha verticem attolli supra mare hexapedas ferme* 3224, *non* 2434, *ut idem Academicus censet*. *Verum hic auctor ope barometri altitudines æstimat regula quadam, qua nostra minus accurata nobis videtur; nostra vero ea est, quam celebris Nolletus saltem pro diversis Europæ regionibus recens tradidit. Regula, qua*

manente: ad montium vertices vallem hanc ad ortum præcingentium, & ad occasum directione meridiano ferme parallela, toto anno zonam nivis, & glaciei persistere, cujus in maximis caloribus inferior terminus hexapedas ferme 2434 supra mare attollitur, & cujus superior terminus sunt ipsi summi montium vertices, quorum altitudo supra inferiorem nivis, & glaciei terminum varia est. Scopulosi vertices Pichinchæ, & Coussalongi, in quibus Bouguerius, & Condaminius plura observarunt in pendulo secunda minuta indicante, in barometro, in aeris densitate, & elasticitate, omnium altissimæ stationes esse videntur, in quibus physica quidpiam investigare possit: montes hi siquidem prope Quitum ferme sub æquatore in altissima telluris regione sunt: horum statio prima infimum nivis terminum attingit, altera, raro accessibilis, illum hexapedis superat ferme 42. Montes elatiores, ut Chimborazo, qui ferme hexapedis 3217 supra mare perpendiculariter extollitur, & mons Cotopaxi vulcanus ardens, cujus crateres ignivomi supra inferiorem nivis terminum attolluntur, perpetuis nivibus obteguntur, adeoque verticem inaccessum habent.

„ Sco-

qua Bouguerius altitudines æstimat, terrestris athmosphara altitudinem efficeret leucarum tantum decem, quum certe multo altior sit (741, 743). *Ceterum* terminus constans inferior *ab hoc auctore in magnis æstivis caloribus nivi, & glaciei assignatus aliquanto in Europa altior esse videtur. Quare altitudines in suo opere ab hoc auctore determinata, nobis aliquanto augenda videntur. Ex his nonnulla, fateor, geometrice definita fuerunt: notum est tamen geometricas operationes non satis prope horizontem accuratas inveniri ex refractione, qua irregulariter admodum lucem inflectit.* (1045, 1237)

„ Scopulosi Pichinchæ verticis altitudo, inquit Bouguerius in suæ Peruvianæ peregrinationis historia, ea ferme est, quam obtinet in omnibus zonæ torridæ montibus constans inferior nivis terminus. Verticem hunc supra mare pacificum elevatum inveni hexapedas 2434. Nix multo inferius cadit: aliquando, etsi rarissime, in urbem Quitum cadere visa fuit; verum ea ipsa die liquatur: at in superioribus perseverat in tota ea Andium parte, quam perlustravi. Montes nonnulli ad hunc terminum non attolluntur, alii, ut Pichincha, illum attingunt, alii plurimi altius assurgunt, quorum pars superior perpetuis nivibus obtecta est, ~~adeoque~~ inaccessa; ibi enim nix in glaciem concrescit. Ejus superficies interdiu liquatur quum vertex nubibus non obducitur; at solis vi cessante crusta obdurescit: aqua ad inferiora strata permeans congelatur, nivem comprimit, & solidum corpus efficit. Eodem tempore & superficies gelu corripitur, & speculi instar lævis fit; quare ulterius progredi nemo potest. Terminus hic a pluribus pendet, unde plures varietates subit. Montes plærique in Peruvia proxime ad incendium parati sunt: ferme omnes enim aut vulcani fuerunt, aut adhuc sunt: nec vetant nives, quin tales esse dignoscantur. Præterea certum est, quo earum basis amplior est, eo majorem illis calorem communicare debere, adeoque glaciei terminos removere: has enim massas ut alterum solum quotidie a sole calefactum considerare oportet. At contra quo pars nive obiecta amplior est oppositum effectum parit: per circuitum enim majus frigus parit aptum paulum inferius gelu producere. Discrimen tamen parvum est, quantum mihi observare licuit; & inferior nivis terminus *lineam ferme horizontalem* describit in omnibus Peru-

„ viæ

„ viæ montibus: quare solo intuitu earum altitudo dignosci potest....

„ At vero si generali quadam ratione rem expendamus, & totum orbem consideremus, „ linea hæc terrestri superficiei accurate parallela non est; patet siquidem eam gradatim „ deprimi debere quo magis a zona torrida recedit, & ad polos accedit. Linea hæc sub „ æquatore attollitur supra mare hexapedas „ 2434: ad zonas temperatas non attolletur „ ultra hexapedas 2100 transiens per verticem „ montis Theyde, seu Teneriffe, cujus hæc „ ferme est altitudo. In Gallia, & in Chyli „ altitudinem obtinebit hexapedarum ferme 1500, „ vel 1600; & perpetuo descendens, quo magis ab æquatore recedet terræ superficiem attinget ultra circulos polares, etsi eam nos „ æstivo tantum tempore consideremus.

„ Linea hæc dici potest *constans inferior nivis terminus*; alter enim terminus haberi debet, *superior* scilicet, quem ne altissimi quidem terræ montes attingere videntur. Si „ quis adeo altus esset, ut nubes omnes vertice superaret: summa hæc cacumina superius „ nive carerent, ibique perpetuo cælum sudum „ esset, ut sæpius de Olympo, de Ararat, de „ Teneriffe fabulatum est. Ut quæ egomet vidi tantum referam, montes nonnulli ex iis, „ quos nostris triangulis complexi sumus, uti „ Cotopaxi, partem habent nive obtectam perpendiculari hexapedarum 600, vel 700 altitudine. Plures alios commemorare supervacaneum esset, qui secus meridianam lineam „ nostram protenduntur, tum utrinque a fluvio „ Magdalenæ assurgunt oceanum borealem versus ad Martham usque. Mons Chimborazo „ omnium a me observatorum, imo & visorum „ altissimus hexapedas 3217 supra mare extollitur; ejus vero pars nivosa 800 hexapedas „ æquat. Etsi vero nubes aliquando inferius

M 6 „ tian-

„ transeant , quo ejus vertex tunc conspici potest, sæpius tamen superius multo, imo & aliquando 300, aut 400 hexapedas feruntur quantum procul judicare potui earum altitudinem montis a me jam emensi dimensionibus comparando. Uno verbo utriusque termini inferioris, & superioris nivium intervallum perpendiculare saltem est hexapedarum 1100, vel 1200 in zona torrida; imo altitudo hæc multo magis augenda est, si ceteris nubibus illæ quoque adnumerandæ sunt, quas vulcanorum fumus efficit; hunc enim hexapedas 700, aut 800 adhuc altius extolli vidi. Quare si hic summus terminus statueretur, & montes satis alti essent, in illis appareret *zona nivosa*, cujus initium esset ad 2440 hexapedas supra mare, terminus vero ad hexapedas 4400: non sane frigoris defectu; quum contra certum est pro majore a tellure distantia frigus augeri; sed nubium, aut vaporum tam alte non assurgentium defectu ".

X. Hinc fabulosa esse patent, quæ auctores quidam protulerunt, montes scilicet esse, quorum vertices supra nubium regionem assurgentes a ventis, pluviis, & nivibus immunes sunt. Plurimæ quidem nubes celsorum montium verticibus inferiores sunt; nullus tamen est, supra quem nubes non attollantur; notorum enim altissimi nive obteguntur, quæ certe a vaporibus altius elevatis oriuntur. Altitudo alibi nubibus a nobis assignata (790) illa est, qua supra regiones, quibus imminent, non qua supra mare attolluntur. „ Nobis, inquit Bouguerius, „ per tempus licuit, dum Peruviæ montes inviseremus, dignoscere quam hallucinentur physici nonnulli, qui nubes a nebulis natura diversas esse arbitrantur. Sæpius nubes ad nos usque non attollebantur: hexapedis 500, aut 600 inferiores erant, & terræ aspectum

„ no-

„ nobis interdicebant, dum agrorum incolis cæ„ li aspectum interdicebant. Aliquando nubes „ hæ minus graves erant, & altius assurge„ bant: nobis vero tunc erant nebula, in qua „ versabamur ".

1064. NOTA. Inter substantias animales, vegetabiles, fossiles aliæ calefaciunt, aliæ refrigerant, etsi in eadem temperie sint. Unde hoc? Explico.

I. Alimenta quædam *calefaciunt*; sales enim, aut substantias alias magna copia continent aptas cum humoribus nostris fermentescere, adeoque aptas phlogisticum, seu ignem humoribus nostris conjunctum segregare, & ad actionem disponere. Phlogisticum hoc tunc ignis liber, & solutus ignis elementaris in corporis nostris interstitiis jacentis massam, & actionem auget; eo pacto, quo phlogisticum ligno ardenti inclusum massam, & actionem ignis liberi in proximis substantiis contenti auget, exempli gratia, in ferreis lignorum fulcris, & in iis, qui ad ignem sedent.

II. Alimenta nonnulla *refrigerant*: magnam quippe spirituum frigorificorum copiam continent, seu substantiarum, quæ facile igni libero interstitiis nostris incluso conjunguntur; quo fit, ut ille absorbeatur, motu intestino destituatur, phlogisticum iners fiat. Quæ hujus ignis elementaris pars motu destituitur massam, & actionem minuit illius principii, a quo sanguinis, & humorum motus est. Inde refrigerium, seu ignis liberi, & caloris inde orti imminutio.

SE-

SECTIO QUARTA.

THEORIA ELECTRICITATIS:

seu lucis, & materiæ electricæ analogia.

IN *fluido electrico* perpendemus quænam generalis ejus notio haberi possit, quo artificio excitetur, quæ phænomena exhibeat, quænam suæ actionis causa esse possit, quænam ejus intima natura sit, quænam ex illo descendant.

Annis jam ferme quadraginta electricitas phænomena sane mira nobis exhibet, quorum causa ad generale naturæ systema spectare videtur. Physica magnas inde cognitiones expectabat, medicina præsentissima remedia: utraque expectat adhuc. Itaque curiositati potius, quam utilitati obsequentes aliqua de hoc principio trademus, præcipuos ejus effectus exponentes.

At lectorem monitum volumus ne demonstrationes expectet in re, quæ conjecturas tantum, & probabilitates admittit, fortasse nihil unquam ulterius admittet de fluidi electrici natura, & intima actione. Electricitatis phænomena, & effectus certi sunt: evidentibus enim experimentis confirmantur. Principium, a quo sunt, vix divinare licet; neque enim naturam suam, & actionem certitudine ulla manifestat.

Electricitatis notio generalis.

1065. DEFINITIONES. I. *Electricitas* dicitur actio corporis apti paleas, plumas, aliaque levia corpora illi ad datam distantiam objecta attrahere, vel repellere; qua vi pollet *electrum*, unde *electricitatis* nomen ductum est, quod *vim*

attra-

attractivam, *& repulsivam* significat illi similem, quam in electro deprehendimus.

II. *Materia electrica* vocatur fluidum, quod motu suo in corporibus supra memoratis has attractiones, & repulsiones parit. Præclaris experimentis hac in re peractis, quorum amplissimam descriptionem invenies in operibus Nolleti, & Franklini, demonstratum videtur, electricitatis phænomenorum causam esse *simultaneum tenuissima materia ubique præsentis*, *& expropriorum radiorum conflictu inflammabilis effluxum*, *& affluxum* (*a*). Quæcumque sit hujus materiæ natura, ostendere conabimur, tenuem hanc materiam, fluidum hoc electricum verosimiliter nihil aliud esse præter elementum ignis puri, aut corporibus conjuncti; adeoque a luce non esse diversum (1051).

III. *Corpus electrizatum* illud dicitur (*b*), in quo fluidum electricum excitatum est, & ad actionem paratum sive hoc naturæ, sive artis ministerio fiat; illud scilicet, quod ambientia corpora attrahere, & repellere paratum est.

Etsi fluidum electricum sit ubique circa corpora, & intra corpora diffusum, non semper tamen, & ubique in corporibus agit; nec semper suæ actionis proprias attractiones, & repulsiones exercet. Non ideo corpus electrizatum est unice, quod fluidum electricum contineat: ut

---

(a) *Hac super re, quæso, quæ in appendice inferius a nobis posita sunt, lector, consule.* Interpres.

(b) *In re nova ad obscuritatem, & æquivocationem vitandam, tum ad longas verborum ambages declinandas novis vocibus uti vitio mihi non vertetur*: Propter egestatem linguæ, & rerum novitatem, *ut Lucretius ajebat*. Interpres.

at electrizatum sit, debet fluidum electricum, quo circumdatur, aut imbuitur, ad actionem excitari peculiari modo aliquo ex iis, quos indicabimus.

Modi duo electrizandi.

1066. OBSERVATIO. Corpora omnia electrizari possunt; non tamen omnia eodem modo, eodemque artificio electrizantur. Corpora in ordine ad electricitatem considerata in duas genetricas classes dividi possunt: *in corpora affrictu, & in corpora communicatione electrizabilia.* Quum prima sint causa electricitatis in postremis, illa *electrica*, hæc *non electrica* dicta fuerunt.

I. Corpora nonnulla *vim electricam affrictu* obtinent: hujusmodi inter cetera sunt vitrum, cera Hispanica, fulphur, gummi, resina, sericum, omnium ferme animalium pili, lignum oleo imbutum, & in furno exsiccatum. Nemo ignorat, vitreum tubum diametro pollicis, aut semipollicis vim electricam nancisci, seu vim levia corpora attrahendi, & repellendi, si vehementer manu, panno, charta rudi juxta longitudinem perfricetur: atque id ipsum in cera Hispanica eodem modo perfricata contingere.

II. Nonnulla alia corpora, uti metalla, carnes animalium, lapides, terra, aqua, lignum in naturali suo statu *affrictu* non electrizantur, aut sane minimam electricitatem obtinent; at *communicatione* electrica fiunt; hoc est ea corpori vehementer affrictu elactrizato approximando, aut illud leviter tangendo, a quo in illa electricitas transfunditur.

III. Corpora, quæ maximam electricitatem affrictu obtinent, minimam obtinent communicatione. Exempli gratia, vitrum, quod optime affrictu electrizatur, vix, aut ne vix quidem electricitatem excipit quum globo vitreo affri-

ctu electrizato, aut corpori animali, aut fossili communicatione electrizato admovetur. Et vicissim corpora, quæ communicatione electrica fiunt, vix affrictu electricitatem ullam acquirunt. Exempli causa, corpora metallica, quæ maximam vim electricam communicatione obtinent, affrictu quovis vix, aut ne vix quidem electrizantur.

1067. NOTA I. Ut corpus non electricum, aut tantum communicatione electrizabile electrizetur, *solitarium* statui debet, & fluidum electricum illi per *conductorem* transmitti debet (*Fig.* 100).

I. *Corpus non electricum solitarium statuere* est illud ab omni corpore non electrico separare ita, ut nulli corpori communicatione electrico communicet. Corpus non electricum, puta, brutum, metallum, aqua, tunc solitarium est, quum fulcris origine electricis insistit, cujusmodi sunt vitrum, sericum, gummi, sulphus, lignum in oleo frixum, & in clibano excoctum. Exempli causa, homo I K insistens massæ resinæ, aut sulphuris, aut funiculis sericis, solitarius statutus est; nulli enim corpori communicatione electrico communicat; aer enim ambiens, & fulcrum, cui insistit, affrictu tantum electrica fiunt. Ita virga ferrea A B in aere filis sericis suspensa solitaria redditur: aeri enim dumtaxat, globo vitreo V D, & filis sericis communicat, quæ corpora fluidum electricum communicatione non admittunt.

II. *Conductor* dicitur corpus, quod fluidum electricum a corpore affrictu electrizato ad corpus, quod communicatione electricum fit, deducit. Exempli causa, catena metallica D C, quæ globum vitreum tangit fimbria aurea, aut argentea, aut bracteola ærea D, est conductor electricitatis ad virgam ferream, seu fistulam bellicam, vel tubum ferreum stamno obductum A B. Virga hæc, aut tubus iste metallicus e-

rit conductor ad catenam ferream, seu filum ferreum M N. Catena hæc, seu filum M N erit conductor ad hominem I K fulcro electrico insistentem. Conductores omnes, ut electricitatem transmittant, solitarii statui debent.

III. Corpora quoque origine electrica solitaria statui debent, ut facilius electrica fiant, & electricitatem diutius ser[vent]. *Corpus electricum origine solitarium statuere* est illud ab omni corpore non electrico separare, seu illi omne cum corpore communicatione electrico commercium interdicere. Exempli causa tubus, seu globus vitreus electrizatus solitarius erit, si vitreo, aut serico fulcro imponatur. Ita globus vitreus V D suis axiculis insistens solitarius est; ab axiculis enim separatur ingenti picis idioelectricæ strato, quæ scilicet communicatione electricitatem non admittit.

1068. NOTA II. Electricitas in corporibus tum electricis, tum non electricis ad actionem excitatur aut arte, aut natura ipsa excitante. Itaque tum parva *electricitatis artificialis* phænomena, tum magna *electricitatis naturalis* persequemur. A primis exordiemur, a quibus ad postrema cognoscenda via nobis sternetur.

Machinæ electricæ, ut & pneumaticæ inventor fuit Otho Guerrikius: utraque subinde a physicis perfecta fuit. In sequentibus experimentis machinæ electricæ constructionem notam supponemus: constat hæc ingenti rota, cujus revolutione globus vitreus circa axem convertitur: hic affrictu electricus effectus electricitatem corporibus non electricis origine ipsi admotis communicat.

AR-

ARTICULUS PRIMUS.

ELECTRICITATIS ARTIFICIALIS PHÆNOMENA.

1069. EXPERIMENTUM I. *Globum vitreum V D electrizare.* (*Fig.* 100).

EXPLICATIO. Volvente velociter rota machinæ electricæ globus vitreus V D velocius circa suum axem convertitur, & a manu sibi imposita perpetuo persfricatur.

I. Quum vitrum corpus sit affrictu electricum, globus electricus efficitur, & maximam hac ratione electricitatem acquirit: aptus itaque fit attractiones, & repulsiones suas exercere in diversa corpora communicatione electrica, quæ illi admoveantur.

Si globus hic non vitreus esset, sed metallicus, nullam, aut ferme nullam vim electricam assequeretur: metallum enim, quod communicatione optime electricum fit, non item affrictu fit electricum.

II. Dum globus celeriter circa suum axem rotatur neque catenæ D C, neque alii corpori communicatione electrico communicans, perpetuus manuum affrictus fluidum electricum ambiens, & a quo penetratur, excitat, hoc vero in globo, & circa ipsum abundanter accumulatur, quin effugiat; globus enim solitarius est (1067), neque ulli proximo corpori fluidum electricum impertiri potest: nequit enim manus perfricans, quæ electricitatem illi præbet, ipsam auferre.

III. Si quum globus magna fluidi electrici copia imbutus est, manus E, vel clavis F illi proxime admoveatur, quin tangat, manus non levem *commotionem* sentit, quam *crepitus* comitatur, & *scintilla* manum inter, & globum.

Idem

Idem contingit quum clavis admovetur. Manus, & clavis communicatione electricæ fiunt; & vapor effectricus a globo ad manum, & a manu ad globum pergens (*a*), *reciproco ictu* phænomena edit commotionis, crepitus, & inflammationis modo memorata.

Si pro manu, aut clavi, frustum ceræ Hispanicæ, aut vitri globo admoveretur, eadem phænomena, ita perspicua saltem non apparerent; corpora hæc enim, quæ optime affrictu electrica fiunt, communicatione non item electrica evadunt. Non itaque idem habebitur effluentis, & affluentis materiæ electricæ conflictus inter globum electricum, & corpora hæc non electrica.

1070. EXPERIMENTUM II. *Experimentum Hauxbei efficere, atque perpendere* (*Fig.* 102).

EXPLICATIO. Sit globus vitreus GG, & ingens *armilla ferrea*, aut lignea AB. In centro globi ope virgulæ ferreæ rotulam statues R ex subere tenuibus filis sericis instructam. Fila similia armillæ AB alligabis, quam ita globo admovebis, ut ab ejus superficie distet ubique pollices sex, aut septem. His dispositis in globo electricitatem excita, ut in præcedeni experimento. Celebre illud experimentum habebis, quod ab *Hauxbeo* auctore nomen accepit.

I. Quum globus frictione satis electricus fuerit, cessa, & globum siste. Fila omnia, quibus rotula instructa est videbis undequaque ad globi æquatorem tendere radiorum instar divergentium R *r*.

II. Probabile admodum est, filum R C, exempli gratia, sursum contra gravitatem suam non

(*a*) *Ab his quoque, ut & a sequentibus ad supra in notis memoratam Appendicem inferius addendam appello.* Interpres.

non tendere, nisi quia illuc ab effluvio electrico propellitur a rotula R ad globi æquatorem emisso : eo ferme pacto, quo filum in procurrentem rivum demissum aquæ cursu abripitur.

Dum globi vis electrica adhuc ferme tota perseverat, digitum ad aliquot policum dictanciam globo admove. Filum, quod e digiti regione est, puta filum R C, inflectetur, & recedet, quasi vero ad globi centrum repelleretur; quum vero digitus removebitur, filum iterum pristina directione R C ad globi æquatorem erigetur.

Probabile admodum est, filum hoc re ipsa ad centrum globi repelli ab electrico effluxu a digito per vitri poros penetrante. Filum hoc inter *duos oppositos materiæ electricæ effluxus* constitutum, quorum alterum a C ad R fertur, alterum ab R ad C inflecti, & recedere, ut utriusque effluvii simultaneæ actioni obsequatur, quorum alterum affluens est, alterum effluens.

III. Globi electricitate adhuc perseverante armillam A B globi G G æquatori parallelam statue. Fila omnia serica armillæ alligata ad centrum globi radiorum convergentium instar dirigentur, dum fila rotulæ R aligata radiorum divergentium instar ad globi æquatorem dirigun-tur.

Probabile admodum est, fila serica armilla A. B omnia contra gravitatem ad globi centrum dirigi, quod illuc a *materia affluente* dirigantur, quæ ab armilla, & aere procedens ad globum electricum feratur; & fila rotulæ R ad æquatorem globi tendere, quod illuc *a materia effluente* dirigantur, quam a globi centro ad ejus superficiem, & extra superficiem feratur.

Duplex hic simultaneus materiæ affluentis, & effluentis excursus in phænomenis electricis novis adhuc probationibus in sequentibus experimentis confirmabitur.

1071. EXPERIMENTUM III. *Virgam ferream A B electricam reddere*, (*Fig* 100)

EX-

EXPLICATIO. Virgam ferream A B duobus, aut tribus funiculis sericis laqueari alligatis suspende ita, ut virga hæc in aere solitaria statuatur, nec ulli corpori communicatione electrico communicet (1067). Ad punctum C catenam ferream CD suspende bractea metallica in D terminatam, quæ bractea sola gravitatione sua æquatori globi vitrei V D insistet. Globus hic affrictu electricus effectus electricam communicatione efficiet bracteam D, catenam D C, & virgam A B. (In hoc experimento phiala A L, catena M N, homo I K, altera catena T O, filum *mn* ablata censeri debent); virga vero ferrea A B, cujus loco vel fistula bellica, vel tubus ferreus stamno illitus adhiberi posset, adnexam tantum habere debet catenam C D, cui si lubet, filum ferreum substitui potest.

I. Fluidum electricum in globo V D supra axem rotato, & manu continenter perfricato excitatum excurrit in bracteam D, in catenam D C, in virgam ferream A B, quæ corpora communicatione electrica sunt. Fluidum hoc magna copia in catenam, & virgam ferream congregatur; propterea quia aer, sericum, & vitrum, quæ tantum corpora virgæ, & catenæ ferreæ contigua sunt, communicatione non sunt electrica.

II. Si virga ferrea laqueari, aut parietibus catena ferrea, aut filo metallico, aut funiculo canabino madefacto suspenderetur, electrica non fieret; quum enim hæc sustentacula communicatione electrica sint, vapor electricus per catenam D C continenter in virgam ferream A B excurrens, in hac non sisteret, sed perpetuo ab ipsa effugeret ad lacunar, ad parietes, ad pavimentum: unde nulla, aut insensibilis esset ejus actio in virgam ferream A B, & in catenam D C. Ut ergo virga hæc electrica fiat, *solitaria* statui debet, seu ab omni corpore communicatione electrico, & apto fluidum electricum illi a globo transmissum adimere sejuncta.

1072.

1072. PHÆNOMENA. Virga ferrea ita solitaria, & electrica plura phænomena exhibet observatione digna, quæ exponere pergimus.

I. Si cuicumque virgæ ferreæ puncto digitus citra contactum admoveatur vehemens *commotio*, seu punctura persentitur: hanc *inflammatio* comitatur, quæ in lucidas scintillas explicatur, & *crepitus* satis sensibilis.

Horum effectuum verosimiliter causa est simultaneus duorum effluviorum conflictus, quæ directione opposita erumpunt alterum a digito in virgam, alterum a virga in digitum. Effluvia hæc natura maxime inflammabilia re ipsa succenduntur *suorum radiorum conflictu* celerrimo motu agitata: hinc commotio, scintilla, crepitus. Commotio a virga electrica in digito excitata vehementior est, quam quæ a globo electrizante fiat: ceteris enim paribus, *electricitas communicatione acquisita ea fortior est, qua affrictu comparatur*.

II. Si conductor DC sit filum ferreum continuum, fluidum electricum insensibiliter a globo per filum ad virgam fertur. Si vero conductor DC catena sit exiguis ansulis constans, fluidum electricum ab ansula ad ansulam saltu fertur, crepitat, & ab ansula, ad ansulam transiens in tenebris apparet; certe quia tunc inter ansulas materiæ electricæ affluxus, & effluxus datur, ansula qualibet effluvia electrica emittente; quæ effluvia in hoc transitu, simul confligunt.

III. Quum virga ferrea vehementer electrica est, aliquando, raro tamen, *scintillas spontaneas* emittit: quæ scilicet sponte, nullo alterius corporis accedentis incitamento, erumpunt.

Effluvium electricum jam nimia copia accumulatum e corpore electrico AB erumpens violenter in aereas particulas incurrit: hinc crepitus: incurrit quoque in effluvium electricum ab aere in virgam electricam incurrens: hinc duorum oppo-

posi-

positorum, & maxime inflammabilium effluviorum accensio.

III. Si pulvisculus aliquis virgæ A B priusquam electrica fiat inspergatur, veluti furfur, pulvis Nicotii, aliusque hujusmodi probe siccus; quum virgæ electricitas communicabitur pulvis hic avolabit a fluido electrico *effluente* abreptus; pars vero tenujor pulveris virgæ adhærens persistet a fluido electrico *affluente* detenta. Unde conjici posset, materiam effluentem extra corpus electricum abire per pauciora interstitia, sed magis patula; materiam vero affluentem illud corpus ingredi pluribus, magisque arctis interstitiis. Materia affluens divergens est *a b*, affluens vero convergens *r f*; sicuti Hauxbei experimentum probat (1070). Effluvia hæc duo *a b*, *r f* invicem commiscentur, quin perturbentur in suo cursu, ad lucis similitudinem. (863)

Si idem pulvisculus chartæ G imponatur, & virgæ electricæ admoveatur, ibunt pulveris particulæ ad virgam, a virga ad chartam redibunt & hoc iteratis vicibus: sicuti aliæ fluido effluenti, aliæ affluenti sunt expositæ.

IV. Si chartæ tenuissima auri bractea imponatur, & virgæ electricæ, manu chartæ supposita, admoveatur: bractea inter opposita effluvia, affluens scilicet, & effluens constituta in aere suspensa persistet motu quodam undulatorio virgam inter, & chartam; si vero charta ab M in T, & a T in M transferatur, bractea iter per aerem sequetur inter virgam, & chartam progredientem saltitans; alternatim siquidem duobus oppositis, & ferme æqualibus effuviis obnoxia est, a quorum altero elevatur, ab altero deprimitur.

V. Si manus inversa virgæ extremitati admoveatur, tenuis veluti ventus frigidulus sentietur: hancim pressionem efficit fluidi effluentis impulsus, qui e virga in manum divergens incurrit, ut in P exhibetur.

Si

Si nasus in B prope floccum, seu effluvium electricum statuatur, tenuis odor phosphori, aut allii odori similis sentitur. Idem ventus, idemque odor ad extremum digitum hominis solitarii, & electrici sentiretur.

VI. Si conductori AB duo vel tres exigui globi suberis suspendantur, alter tenui filo metallico, alter filo serico ita, ut globi æque alti sint & pollicem ferme invicem distantes; primus electricus fiet, alter non item, conductore A B electricitatem primo, non item alteri transmittente. Tunc vero globus non electricus initio a perpendiculo recedet, & ad globum electricum accedet, a quo in illum ignis suus electricus immittitur. Dein globus, qui electricitate accepta electricus effectus est, repellitur, & a perpendiculo recedens ab altero globo, a quo electricitatem accepit, remotior, quam antea, perseverat. Hinc apparet, eadem corpora modo sese invicem attrahere, modo repellere; & corpus omne communicatione electricum effectum recedere, aut nisi recedere ab eo, a quo electricum effectum fuit.

VII. In tenebris ab utroque virgæ extremo A, & B radii lucidi, & divergentes erumpunt floccorum instar: magnam *hoc fluidum electricum inter, & lucem analogiam* indicat.

VIII. Si extremitati B acuminatæ liquor valde inflammabilis admoveatur, puta spiritus vini, liquor iste accenditur actione materiæ effluentis, qua afficitur: magnam *hoc fluidum electricum inter, & ignem analogiam* indicat.

IX. A virga ferrea jam vehementer electrica globi rotatione intermissa, scintillam educ: virga magna ex parte electricitatem amittet: excessus enim vaporis electrici, quo abundabat aut illico in corpus admotum transfertur, aut illico ex ictu per aerem dissipatur.

X. Quum virga ferrea vehementer electrica effecta est, si solitaria relinquatur nullo corpore

communicatione electrico illi admoto, diutius electricitatem servat, quae subinde paulatim dissipatur. At si ad aliquam distantiam illi *ferrum acuminatum*, & *solitarium* admoveatur, brevi fluidum electricum redundans exuet, quod ad ferreum hoc acumen transmittet, in quod in tenebris colligi sub lucidi fasciculi figura conspicietur.

1073. EXPERIMENTUM IV. *Hominem, aut animal quodvis electricum reddere*. (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Hominem I K supra resinae massam, seu supra sericum reticulum, aut supra lignum in oleo frixum, & in clibano exsiccatum statue. Hic catenam, seu filum ferreum M N manu teneat, quod virgae ferreae A B vehementer electricae communicet.

I. Fluidum electricum in virga A B collectum catenae M N, & homini I K communicatione electricis communicatur.

II. Homo I K fluidum electricum, quod obtinet, non nisi subjectae basi, vel aeri ambienti communicare potest. At basis haec serica, aut ex pice, aut ex vitro, aut ex sulphure, aut ex ligno in oleo frixo, & in clibano exsiccato non est corpus communicatione electricum. Debet ergo fluidum electricum perpetuo in hunc hominem fluens in ipso accumulari, donec plenitudinis excessus dissipationem pariat ferme novae quantitati aequalem, quam continenter suscipit, quo magis electricitas aucta in ipsum agere pergit, & novum fluidum immittere.

III. Si homo I K non solitarius esset, nec basi, de qua supra, insisteret, sed pedibus, aut manibus, aut vestibus corpora contingeret communicatione electrica, puta solum, aut terram, electricus non evaderet; vapor enim electricus a globo collectus, & per conductores D M N in hominem I K immissus, in illo non sisteretur, sed illico ad corpora, quibus communicat, transiret, & ab his ad terram, ubi in immensum dispersus non amplius sensibilis evadit: sicuti

cui-

cuivis motui contingit nimia communicatione diviso.

IV. Si in T suspensa esset filo metallico cavea ferrea, hæc electrica fieret, ut & animal quodvis illi inclusum: corpora hæc enim vaporem electricum admitterent, nec ulli alii corpori communicarent.

V. Si in T quatuor catenis ferreis suspenderetur tabula ferrea, vel lignea Z X terra, & fimo onusta, unde flores, & plantæ ali possent; tabula, & corpora illi imposita electrica pro libito fieri possent: & electrizatione perseverante per plures dies observari posset quid electricitas influat in germinum explicationem, & in plantarum augmentum. Facile intelliges rota ab aqua conversa globum V D per integros menses electricum haberi posse.

1074. PHÆNOMENA. Actio fluidi electrici in homine solitario, & electrico IK signis non dubiis apparet, quorum rationem reddere pergimus.

I. Ejus capilli eriguntur, & horrescunt, fluidum enim electricum, quo imbutus est, & qui per capillorum canaliculos excurrit, per lineas rectas, & divergentes erumpere nititur (1070). Eadem ratione si in H illi floccus lineus, aut laneus assuatur, flocci filamenta movebuntur, & erigi nitentur satim ac electricitas communicari incipiet, præsertim si lamina metallica flocco admoveatur.

II. Homo I K eadem exhibet phænomena, quæ a virga ferrea produci superius vidimus (1072). Si enim summus digitus ejus manui, naso, cruribus, capillis, vestibus admoveatur, eadem persentitur *commotio*, idem *crepitus*, eadem *inflammatio*, sive scintilla ibi memorata. Ejus digitus Z spiritui vini tepenti admotus illum succendit non secus, ac cuspis B virgæ ferreæ electricæ.

III. Si idem homo solitarius, & electricus manu Z teneat cochleare plenum tepente spiri-

tu vini, & alter quispiam non solitarius digitum celeriter huic liquori admoveat, quin tangat; spiritus vini succenditur ex conflictu effluvii electrici a spiritu vini in digitum, & a digito in spiritum vini incurrentis.

IV. Si idem homo electricus manu quempiam non solitarium leniter perfricet, qui veste auro, aut argento intexta indutus sit: hæc ubique scintillas edet, nec ista tantum, sed aliæ quoque aliorum similes vestes, modo illam contingant. Scintillæ hæ vero acribus puncturis homines illis vestibus indutos afficiunt. Hic apparet, *fluidum electricum substantias metallicas præ ceteris sequi*. Hæ vero scintillæ ab eadem causa oriri videntur, a qua illæ oriuntur, quæ in catena exiguis ausulis intexta apparent, de qua alibi egimus (1072), a conflictu scilicet duorum effluviorum electricorum, quæ a duobus filis aureis, aut argenteis in veste proximis, non contiguis invicem incurrunt.

V. Si decem, aut triginta, aut centum homines non solitarii se omnes manu teneant, & seriei primus digitum aut virgæ electricæ A B, aut homini electrico I K admoveat; omnes eodem tempore, eademque vi commotionem electricam sentiunt.

VI. Quum electricitas maxima copia in homine I K accumulata est; jam in illo non amplius augetur. Debet ergo fluidum electricum quovis momento adveniens, globo perpetuo rotato, æqualem præcedentis fluidi portionem expellere; hoc vero sese procul per aerem dissipans per radios divergentes secum substantias volatiles avehere debet, & illis hominem, a quo excedit, evacuare. Hinc sensibilis ponderis imminutio, quam Nolletus in pluribus liquoribus, fructibus, plantis, substantiis animalibus, brutis viventibus ante, & post diuturnam electrizationem accurate appensis deprehendit.

1075. NOTA. Corpora viventia, *animalia* sci-

ſcilicet *proprie dicta* affrictu non fiunt electrica; ſed *materiæ quædam animales*, uti ſericum, capilli, pili, ungues, cornua, oſſa affrictu dant ſigna electrica.

Per hos dies nemo ignorat, ſcintillas excuti a fele in tenebris manu ſupra tergus perfricato: equos quoque ſtrigile, & ſetis perfricatos ſcintillas edere, quibus electricitatis ignarus deterreri poſſet. Brutum quoque ſibi electricitatem excitare poſſe, ſi ad præſepe, aut ad parietem pilum affricet. Hinc fabula *lemurum*, qui nonnullos equos prædiligere dicuntur, & in eorum pelle coruſcantes apparere putantur.

Si feles, aut equus raſi eſſent, quum perfricantur electrici non fierent: pellis enim, & caro non affrictu, ſed tantum communicatione electrici fiunt.

1076. EXPERIMENTUM V. *Aquam in phiala contentam electricam reddere, ſeu experimentum Lugduno-Batavum efficere.* (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Phiala ex tenui vitro aqua ad collum uſque repletur, exigua limaturæ ferri quantitate in illam infuſa. Phiala ſubere obturatur, filo ferreo trajecto, & in illo infixo, ita ut ferri pars aquæ immerſa ſit, pars altera emineat extra phialam in uncum deſinens. Phiala hæc L virgæ electricæ A B ſuſpenſa, & hominis manu non ſolitarii ſuſtentata dum electrica ſit, electricitatem cum aqua incluſa concipiet; & miram vim actioni fluidi electrici per conductores omnes D C, A B, A *r* illi communicantes impertietur. Dicitur hoc *experimentum Lugduno-Batavum* quod a tribus illuſtribus ejuſdem urbis civibus celebritatem adeptum ſit; a Cuneo, a quo caſu inventum fuit, & a Muſchenbroekio, & Allamano, qui illud anno 1746. ad regiam ſcientiarum Academiam retulerunt.

Experimentum Lugduno-Batavum, & experimentum Malliacenſe, de quo infra, in re electrica epochæ ſunt; primum quidem, quia vim ele-

electricam immensum auget, & omnia ejus phænomena illustriora efficit, commotionem, crepitum, scintillas; postremum vero, quia electricitatem detexit, & magna phænomena inde orta. Hic de prima tantum agimus.

I. Si phialam L manu tenens, altera in puncto quovis *r* uncum ferreum contingas, aut virgam electricam in puncto quovis A; ingentem commotionem in brachiis, in pectore, in toto corpore experieris: quæ quoque subeunti noxia esse potest, quum columbos, gallinas, aliaque parva animalia enecare possit, ut alibi explicabimus. Cetera phænomena electrica, uti attractiones, repulsiones, flocci, scintillæ, crepitus a phiala Lugduno-Batava effecta, vehementiora omnia sunt: quod multo majorem fluidi electrici hoc experimento aggregati vim indicat.

II. Phiala ipsa etsi ab homine non solitario sustentata electrica fit, & attractiones, commotiones, scintillas edit in corporibus non electricis illi admotis. At effectus electrici ab ipso phialæ vitro parti languidiores sunt, quam qui a filo metallico *r* A, vel a virga AB, vel a conductore primo DC procedunt. Probat hoc, electricitatem minus validam esse in phiala, quæ corpus est idioelectricum, quam in conductoribus, qui corpora sunt communicatione tantum electrica.

Negotium non leve est phialæ hujus electricitatem explicare, quæ quum affrictu tantum electrica fieri possit, nullum hic affrictum subire videtur; quæque corpori non solitario, manui scilicet sustentanti, continenter communicans, perpetuo electricitatem ammittere, illam ad terram transmittendo, deberet. Probabile est, fluidum electricum magna copia ad phialam a conductoribus DC A*r* advectum globo VD illud suggerente, violenter in phialæ latera interiora agere, ibique id efficere, quod vehemens affrictus præstaret. Fluidum electricum intra phia-

lam

lam accumulatum per vitri poros violenter erumpit; & fluidum electricum illius, qui phialam sustinet, irruit in extimam phialæ superficiem, ubi quædam veluti athmosphæra electrica efficitur, quæ & intra phialam permeet, & in corpora non electrica phialæ communicantia. Quare nam phialæ electricitas, ut in quovis vitro, a duplici materiæ effuentis, & affluentis concursu non haberetur? (*)

III. Tanta aliquando in phiala est electricitatis vis, ut vitrum crepitu pertundat nulla scissura, sed foramine rotundo, aut conico: non secus ac si hoc phialæ punctum foco speculi caustici expositum fuisset, a quo vitrum fusum fuisset.

IV. Aqua phialæ electrica effecta est, sicut & vitrum, quo continetur, & conductores illuc fluidum electricum advehentes: aqua enim corpus est communicatione electricum. Si celeriter aqua hæc in vas vitreum, aut in Sinensem testam effundatur, diutius electricitatem servat; vasa enim, quibus excipitur, communicatione non sunt electrica.

V. Phiala hæc electrica, & fulcro communicatione electrico imposita diutissime electricitatem servat, diutius vero, quam fulcro idioelectrico imposita. Exempli causa, fulcro metallico imposita, aliquando etiam post horas 30, aut 36 perspicua edit electricitatis signa: multo vero citius electricitatem amittit, si vitro, pici, serico, ceræ Hispanicæ insistat. Quum vehementius phiala fiat electrica, si dum electrizatur a corpore non electrico sustentetur, quam

(*) *Quia nec hic, nec alibi habetur duplex hic materia affluentis, & effluentis concursus, iterum ad appendicem appello.* Interpres.

quam si solitaria sit; ita & diutius non solitaria, quam solitaria electricitatem servat. Fluidum, quod continenter a fulcro non electrico excipit, partem illius compensat, quod temporis decursu amittit.

1077. NOTA. Præcipua phialæ hujus proprietas est mira vis illa, quam fluido electrico tribuit, unde & validiores effectus habentur.

At ut maxima sit fluidi hujus in phiala vis, *circulus electricus* haberi debet, corpus scilicet, seu series corporum, quæ hinc ad phialam, illinc ad eius conductorem terminetur. Exempli causa, habetur circulus electricus A L R; quum manu una phialam tenens, altera, digito unco admoto, scintillam educo. In tribus quoque sequentibus experimentis circulus electricus habebitur.

Vehemens commotio a phiala excitata ex eo est, quod fluidum electricum phialam sustinentis, & scintillam educentis vehementer, & simultanee confligit hinc cum fluido electrico e conductore erumpente, illinc cum fluido electrico a phiala erumpente. Re ipsa effectus iste ab ea commotione non differt, quam in scintillis aut a globo V D, aut a virga electrica A B sine phiala, & sine circulo electrico educendis experimur: res tantum versatur inter magis, & minus.

Quod in hoc experimento magis mirum est in eo situm est, quod conductores circulum electricum efficientes, & fluidi actionem a phiala ad uncum transmittentes non necesse sit esse solitarios. Fluidum illos permeans breviore via a conductore ad phialam procedit, & a phiala ad conductorem, quia in transitu corporibus communicatione electricis, & conductori contiguis communicatur; ut in sequentibus experimentis apparebit.

1078. EXPERIMENTUM VI. *Commotionem electricam phiala Lugduno-Batava in hominibus* qui-

quibuscumque circulum electricum efficientibus excitare.

EXPLICATIO. Sint homines, si lubet, ducenti, vel trecenti non solitarii omnes invicem insertis manibus, ita, ut primus phialam electricam L manu teneat, altera manu hominis manum sibi proximi; seriei vero postremus manu una penultimum tenens, alteram R unco A *r* e phiala extanti admoveat.

Quo temporis momento hic extremum digitum unco, vel conductori phialæ electricæ admovet, homines hi omnes ab eo qui phialam sustinet ad eum, qui scintillam educit in *r*, aut in A vehementissimam in brachiis, in pectore, in toto corpore, in juncturis præsertim commotionem sentiunt, nullo inter primi, & ultimi commotionem distincto temporis intervallo.

Id ipsum experietur qui circulo electrico medius illum dirigit, modo & hic, ut seriei primus, & postremus, phialæ communicet. Neque enim *circulus electricus* figuræ circulari alligatus est: satis est linea quavis perpetuam inter phialam, & ejus conductorem communicationem haberi.

Mira profecto fluidi electrici velocitas esse debet, quod simul & a phiala, & a conductore diversis directionibus erumpens eodem sensibili instante in tanto hominum numero confligit.

1079. NOTA. Aliud huic re ipsa simile experimentum effici potest. In claustro, vel in magna planitie duo fila ferrea longa singula hexapedas 3000, vel 4000 ita disponantur, ut quatuor eorum extrema non procul a phiala sint. Hæc, quæ solitaria statuere non interest, & vel solo, vel arborum ramis innixa esse possunt *circulum electricum* circa phialam efficient, modo disponantur ut indicabimus.

Sint circa phialam electricam homines tres:

prope aquam situs una manu alteram hujus fili extremitatem tenēt, manum alteram aquæ immergit.

Tertius homo ad alteram stagni ripam manum aquæ immergit, altera manu alterius fili extremitatem unam tenet; quartus homo alteram hujus fili extremitatem arripiens illam phialæ unco admoveat, & scintillam educat.

Eodem sensibili temporis momento quatuor hi homines vehementem commotionem sentiunt: hæc vero non habetur si alter ex iis, qui ad stagnum sunt, manum aquæ immersam non habeat quum scintilla educitur: ostendit hoc, aquam stagni conductorem esse, & *circuli electrici* partem. Fluidum electricum breviore via procedit a manu aquæ immersa ad alteram manum aquæ immersam per aquæ filum hisce manibus interceptum, nec totum stagnum electricum efficit; neque enim ad corpora circulo electrico extranea divergit (1079).

1081. EXPERIMENTUM VIII. *Passerem, columbum, aut aliud parvum animal electrica phiala enecare.*

EXPLICATIO. Altera manu phialam tenens, altera animalis cranium ejus unco admove: habebitur *circulus electricus* (1077); & fluidum electricum, quod scintillans magna vi in animalis caput irruet, violenter ejus fibras concutiet, organicam structuram destruet, illud enecabit. At quo ictu animal interficitur, tu quoque afficieris; tu enim quoque circuli electrici fluidum transmittentis pars es.

II. Ut brutum innoxius eneces, illud fulcro alicui sive electrico, sive non electrico alliga: filum ferreum phialæ ventri advolve, illudque altera extremitate bruto circum liga: jam hoc ita phialæ communicabit.

Ut electricum circulum compleas, filum ferreum acuminatum circa medium frusto ceræ Hispanicæ agglutina, quæ communicatione non

N 6 est

est electrica, hoc vero filum unco phialæ ita suspende, ut usque ad bruti caput admoveri possit.

Phiala jam satis electrica, tu ceram Hispanicam manu teneas, quæ quum idioelectrica sit, tibi electricitatem communicari non sinet, & fili ferrei cuspidem bruti capiti admove: fiet *circulus electricus*; & vehemens commotio brutum, ut antea, te illæso, enecabit: nullus enim conductor adest, qui ad te phialæ electricum effluvium adducat.

1082. Simili artificio chartæ plures traijci possunt, & pulvis pyrius, aut spiritus vini succendi. Satis est circulum electricum inter phialæ ventrem, & uncum quantumvis productum statuere.

Exempli causa, chartæ plures compressæ, & alligatæ ferri cuspidi, quod phialam ambit, traijcientur, quum alterius ferri unco adnexi cuspis cuspidi illi chartis obtectæ admovebitur. Duo illa effluvia electrica, quorum alterum a phialæ ventre, alterum ab unco erumpit, a cuspide, ad cuspidem breviore via transeunt, & celerrimo ictu corpora obstantia traijciunt. Hinc foramen, quod in chartis illis omnibus conspicitur, quum magna est electricitatis vis.

Facile intelliges, si pulvis pyrius probe exsiccatus, & aliquantum contritus inter duas has cuspides statueretur, duplicis hujus effluvii conflictu ejus phlogisticum solutum iri, & subitam totius hujus maxime inflammabilis substantiæ inflammationem sequuturam.

1083. EXPERIMENTUM IX. *Electricitate acum ferream magneticam reddere.*

EXPLICATIO. Sit acus ferrea nauticis similis inter duas vitreas laminas horizonti parallela. Filum ferreum a phialæ ventre ad unam acus hujus cuspidem deducito: alterum filum ferreum frusto ceræ hispanicæ agglutinatum unco phialæ adnecte: phiala jam electrica, frustum illud

illud manu tenens extremum fili alteri acus cuspidi admove: fiet circulus electricus, & ictus magnetica vi acum donabit. Hæc a Franklino desumpsimus.

I. Acus hæc fulcro imposita, in quo libere moveri possit, cuspidem scintilla ictam constanter ad boream convertet, alteram ad austrum, non secus ac si magnete perfricata fuisset; hoc tamen discrimine, quod vis hæc magnetica sensim post dies, aut menses aliquot languescet; quod in acubus magnete tactis non contingit.

II. Simili artificio ejusdem acus pro libito polos mutabis, si eodem modo oppositam acus cuspidem ictu electrico afficias.

III. Navarchus VVaddel narrat, quum navis, cui præerat, de cælo tacta fuisset, acus magneticas aut vim amisisse, aut polos mutasse. Idem in electricis experimentis contingit: ictus electricus vim magneticam adimit, aut acuum magnete perfricatarum polos immutat.

1084. COROLLARIUM. Ex hoc experimento sequitur, magnam *dari inter fluidum electricum, & fluidum magneticum analogiam*; quin tamen hinc utriusque principii natura, & machinamentum nobis innotescat: verosimilites utrumque unicum principium est diversis modificationibus affectum.

1085. *Liquorum a tenuibus tubis effluxum electricitate accelerare.*

EXPLICATIO. Sit vas aqua plenum tubis exiguis verticalibus instructum, a quibus aqua non nisi guttatim effluere possit. Vas hoc virgæ electricæ A B (*Fig.* 100) suspende filo ferreo, a quo illi electricitas communicabitur, & solitarius in aere detinebitur.

I. Quum vasis hujus aqua electrica fit, copiosius per tubos effluit: ejus vero guttæ quum e tubis exeunt in floccorum ignitorum morem disperguntur.

II. Quum aqua per tubos paulo ampliores effluit

fluit fjuxu continuo, effluxus non acceleratur; si vero aquæ effluenti digitus admoveatur, etsi diametrum duarum, aut trium linearum habeat, a verticali recedit ut ad manum accedat, a qua pungentes scintillas elicit aptas liquores, & vapores inflammabiles succendere.

1086. NOTA. Hæc fluxus liquorum acceleratio suspicionem invexit, num electricitas in germinum explicationem, & in plantarum vegetationem influere posset: suspicionem effectus probavit. Plantarum plurium germina per dies nonnullos perpetuæ electricitati objecta (1073. V.) sese promptius explicuerunt, quam similia, quæ electricam vim non experiebantur: plantæ pari electricitati subjectæ frondes, & flores citius similibus protulerunt, quæ in eadem temperie electricitatem non subibant.

Hinc colligitur, electricitatem esse unum ex naturæ agentibus in plantarum vegetatione, non tamen propterea hoc naturæ mysterium magis inde nobis innotescit, qui imperfecte admodum principii electrici naturam, & vim agnoscimus.

1087. EXPERIMENTUM XI. *Fulmen electricitate imitari.* (*Fig.* 100).

EXPLICATIO. Tenuis, & plana lamina vitrea ZX diametro pedum duorum, trium, aut quatuor utrinque stamneis bracteis obducatur, & ligneæ coronæ includatur. A superficie superiore circum undique per tres pollices stamnum abrade, angulis diligenter præcisis, & acuminibus quibusque sedulo ablatis. A conductore A B catenulam in laminam hanc horizonti parallelam demitte, ut in illam electricitas coacervetur.

I. Si tempestas faveat, & locus tenebricosus sit, post duodecim, aut quindecim rotæ revolutiones scintillæ nonnullæ ad stamni oras apparent, quæ magis, ac magis numero, & vi crescentes non inepte cælum fulgurans referunt,

qua-

quale ante procellas ad fulgura, & tonitrua paratum apparere solet.

Fluidum electricum, quod a globo ad primum conductorem A B, & ab hoc ad alterum T O transit magna copia in stamnum superioris superficiei coacervatur; hoc vero, ut cetera metalla magnam electricitatis vim communicatione concipit. Stamnum hoc solitarium est: vitro enim, & aeri tantum communicat quæ corpora communicatione non fiunt electrica, & vitri oræ inter superius, & inferius stamni stratum communicationem intercipiunt.

II. Aucta vi electrica, quæ etiam ope phialæ Lugduno-Batavæ augeri potest, hujus superficiei solitariæ inflammatio perpetuo crescens tandem vehementi explosione exeritur tanto crepitu, quantum flagelli ictus vel fortissimus edere potest, & vividissima fulguratione.

III. Post explosionem in lamina apparet semita quædam albicans modo magis, modo minus distincta, passim tortuosa, quæ oram stamno denudatam percurrens sub lignea corona abscon- ditur. Si digito locus explosionis pertentetur, vitrum asperum, politura amissa, deprehenditur: probat hoc evidenter a fluido electrico vitrum penetrari, etsi aliis substantiis difficilius.

IV. Si immediate post explosionem ejus locum olfacias, procul dubio fœdum sulphuris odorem senties. Odor hic maxime volatilis citissime exhalat: at certa sui signa relinquit: duæ siquidem, vel tres similes explosiones illum toto conclavi diffundunt.

Hisce signis, inquit Alibartus, meteororum tremendissimum fulmen omnes agnoscent. Hinc experimento huic *fulminis artificialis* nomen indictum. Nos tum physicis ferme omnibus ultro fatemur, *inter materiam electricam, & fulmineam magnam dari analogiam*; non propterea multo plura de natura, ortu, & actione tremen-

mendi hujus phænomeni dignoſcimus. Analogiam hanc quamprimum fuſius oſtendemus.

1088. EXPERIMENTUM XII. *Experimentum tabula magica efficere.*

EXPLICATIO. Sume laminam vitream tenuem ZX diametro pedum duorum, vel trium, coronam aptam eam continere, tum imaginem in charta impreſſam laminæ huic magnitudine æqualem. Imaginis hujus pars latitudine duorum pollicum circum quaque præcide. Imago in duas partes ſecta erit, quarum altera laminæ vitreæ ſuperius, altera inferius agglutinanda eſt ea ratione, quam indicare pergimus.

I. *Poſtica* laminæ vitreæ *ſuperficiei*, quæ ſcilicet coronæ inſiſtere debet, tenui glutine, ſeu gummi fimbriam, ſeu tæniam illam chartæ, quam ab imagine circumcidiſti, applica, eamquæ apte conjunge. Aureis, aut aurichalchi tenuibus bracteis vitri partem mediam tæniæ huic incluſam obtege; tum quoque totam eam coronæ partem, ſummitate excepta, cui tænia chartacea laminæ agglutinata inſiſtere debet; & inter coronæ aurum, & aurum tæniæ incluſum communicationem inſtitue. Jam latus hoc ad experimenta paratum, atque perfectum erit. Laminam vitream in corona depone, & poſticam partem craſſiore charta protege, ne aurum lædatur.

II. In *antica* laminæ vitreæ *parte*, quæ conſpici debet, auro, aut aurichalco accurate partem mediam toti auro poſtico reſpondentem obtege: quum vero auri gluten probe exſiccatum fuerit ſupra hoc aurum imaginem, a qua tænia præciſa fuerat, agglutina, ac diligenter curato, ut imago, & tænia ſibi apte congruant non ſecus, ac antequam ſopararentur. Hac ratione imago integra apparebit, licet ejus pars anterius, altera poſterius vitro agglutinata ſit. Superficiei pars anterior tæniæ poſticæ reſpondens vacua, ac detecta ſit oportet inter coro-

nam,

nam, & aurum medium. Hac ratione aurum hoc solitarium est, aptumque magnam fluidi electrici copiam admittere. Tabula hæc ita corona sua instructa ea erit, quæ *tabula magica* nuncupatur; quod nomen innocua quædam præstigia illi compararunt, quæ ludicra quadam ratione ab imagine in tabula picta, veluti magicis artibus, patrari finguntur; ut mox explicabimus.

III. In tabulam hanc supra mensulam apte jacentem demittatur catenula ferrea T O ferme ad centrum, ut per hanc a globo V D fluidum electricum deducatur, & in O aut nummus argenteus, aut parva corona inaurata, aut quidpiam metallicum deponatur.

Quum tabula modicam electricitatis vim exceperit apprehendat aliquis manu tabulæ coronam ita, ut digitis posticum ejus aurum contingat; altera vero manu nummum, aut id aliud metallicum tabulæ impositum tollere nitatur: vehementissima commotione afficietur, & rem intactam relinquet.

Electricitas hæc adeo aliquando vehemens est, ut si per plura interjecta chartæ folia tabulæ imposita arcu ferreo communicante, & ceræ hispanicæ agglutinato scintilla educatur, chartas omnes traijciat foramine satis perspicuo. Probat hoc homini hac scintilla icto non læve incommodum evenire posse.

II. Tabulam jam electricam teneat quis ea coronæ parte, quæ auro non est obducta: altera manu imaginem impune tangere, & quæ illi sunt imposita impune auferre poterit.

Nos Franklini experimenti auctoris exemplo phænomena hæc nullo modo, quam inepte explicare malumus,

V. Facile intelliges quot huic similia ludicra, ac ad solatium instituta experimenta fieri possint. Unum afferam. Nonnulli jam anni sunt, quum casu quodam audivi, adolescentes tres

phy-

physicæ auditores in domo aleatoria, quam ne adirent parentes strictè præceperant, diem integram trivisse. Tunc experimentis electricis tabula magica modicæ virtutis operam dabam: experimentis his aderant cum pluribus aliis auditoribus & tres lusores. Tunc ego: homo hac tabula pictus pilis eburneis ludentes edit, eos odore dignoscit, illisque irascitur: ceteris perhumanus. Manu vero coronam ubi auro non erat obducta apprehendens, altera iterum & sæpius argenteum signum e tabula abstuli. Adolescens quidam, cujus manum iisdem locis apposui, id ipsum innocuus præstitit.

Unus ex lusoribus, qui firmo animo erat, nec me ludi sui conscium arbitrabatur, accedit: ego ejus manum inauratæ coronæ lateri applico, quin ipse advertat, ille argenteo signo alteram manum admovet. Illico ingens, & inexpectata commotio signum illi auferre non sinit, illumque palam interdicti ludi reum prodit. Tunc re ipsa imaginem magicæ artis opus putavit, nec nisi postquam diversa manuum positione electricitatis artificium dignovit terrorem cum errore deposuit.

1089. NOTA. *Machina electrica*, quam nos ingenti rota, & globo vitreo constare supposuimus, pluribus aliis modis construi potest.

Simplex discus vitreus diametro pedum ferme duorum circa axem, quo trajicitur, conversus inter pulvillos duos (*a*) ex pelle furfure fartos, & ad oras extremas radiorum, seu dentium in morem terminatos, majorem electricitatem excitat, & minus periculi præsefert, quam globus. Discus hic rotatus pulvillorum affrictu fit

(a) *Duobus pulvillis minus apta erit machina: quatuor adhibe. Hos vero radiantes, aut dentatos esse nihil necesse est.* Interpres.

fit electricus, electricitatem per unum, aut plures conductores, ut C D transmittit, a quibus in virgam, aut fistulam ferream A B coacervatur. (*Fig.* 100).

Globus vitreus V D innumeris casibus nec prævisis, nec facile vitandis diffringi potest; tunc vero impositam manum, qua perfricatur, graviter lædere potest, spectatoribus vero fragmenta in faciem, & oculos jacere. Hac præsertim ratione discos hos globis præferendos esse arbitramur.

ARTICULUS II.

ELECTRICITATIS NATURALIS PHÆNOMENA.

1090. OBSERVATIO. Pulcherrima inventa casui debentur: *electricitas naturalis*, sive in natura existens, & sola naturæ actione aliquando excitata ab ingenio detecta fuit. Celebris Franklinus natione Anglus Philadelphiæ in America degens primus hoc sæculo suspicari ausus est, terrestrem athmosphæram quum tonat, & fulgurat electricam esse. Ista illæ cogitans, quæ acre sane, & audax ingenium indicant, physicos omnes hortari ausus est, ut aere procelloso ignem e cælo deducerent machinamento, cujus artificium docuit, & corpora terrestria cælesti electricitate imbuerent.

Si ingenio opus erat ad hæc excogitanda, ingenio quoque ad rem tentandam opus erat. Alibardus acer Americani physici assecla ausus fuit machinam ad Franklini præcepta Marilliaci construere, quæ ad nubes attolleretur ad electricitatem inde hauviendam. Die 20 Maij anno 1752. machina a nube, quæ in unicum tonitru erupit, electrica effecta fuit.

Subinde experimentum hoc, quod *Marilliacen-*

cense nuncupatum fuit, optimo eventu iteratum fuit in Gallia, in Italia, in Anglia, in Germania, in Moſcovia, in America; & naturalis electricitas quibuſdam temporibus plane demonſtrata fuit. Sequentibus experimentis apparebit qua ratione & naturalis electricitas demonſtretur, & qua ejus ope terreſtria corpora electrica effici poſſint.

1091. EXPERIMENTUM I. *Nubibus virgam ferream electricam reddere, ſive Marilliacenſe experimentum facere.* (*Fig.* 100. 101.).

EXPLICATIO. Experimentis, & obſervationibus poſtremis, hiſce temporibus ubique habitis conſtat, nubes aliquando electricas eſſe: etſi qua ratione id fiat ignoremus. Electricas eas eſſe inde probatur, quod corpora ſibi proxima reddant electrica, ut mox apparebit. Nubes electrica idem præſtat, quod conductor electricus A B, & homo electricus, & ſolitarius I K. Hic electricitate permulta imbutus eam cuivis corpori communicatione electrico, & in ſuæ activitatis ſphæra poſito impertitur: quod niſi electricus ipſe eſſet, efficere nunquam poſſet. (*fig.* 101)

I. Sit prælonga ferrea pyramis R S ſolitaria, ſeu baſi idioelectricæ inſiſtens, & ſublimi loco conſtituta, puta in turris, aut collis vertice. Quum nubes electrica R pyramidem attinget, aut ad illam accedet, communicatione electrica fiet, ignem electricum aut illico, aut paulatim e nube educens illo imbuta; non ſecus ac homo I K ignem electricum a conductore electrico A B haurit: ſive homo immediate, ſive tantum per catenam M N illum tangat.

II. Pyramis hæc ſolitaria nec aeri ambienti, nec baſi fluidum electricum a nube hauſtum tribuere poteſt: illa enim corpora idioelectrica ſunt. Ignis ergo electricus in illa coacervatur, ut in conductore ſolitario A B, aut in homine ſolitario I K: hoc tamen diſcrimine, quod nubes ratione ſuæ amplitudinis pyramidi R S multo, ac

multo

multo maiorem ignis electrici copiam communicare potest, quam globus electricus V D ad conductorem A B transmittat.

III. Quum pyramis R S nubibus tantum, aut vaporibus non electricis communicat, nullum exhibet electricitatis signum: illi nulla commotione manus admoveri, & apponi potest: at vero si nubi, aut vapori electrico communicet, effectus omnes magna vi pariet, quos exigua vi parit conductor A B; ejus apex scilicet ingentem materiæ electricæ vim emittet floccorum instar: tota ejus superficies corpuscula sibi proxima attrahet, & repellet: si quis ad illam proxime accedat vehementem commotionem sentiet, qua etiam subita morte corripi poterit. Ita ferunt, Richmanum physicæ professorem Petropoli anno 1753 periisse: quum ad virgam ferream a cælo procelloso electricam temere accessisset, ictu, quasi fulmineo, correptus fuit.

IV. Ut sine periculo num pyramis electrica sit experiamur, artificio aliquo utamur oportet; quo ab ejus ictibus protegamur, puta filo ferreo vitreo manubrio incluso. Hoc pyramidi electricæ admotum ejus ignem hauriet; communicatione quippe electricum est; non tamen scintillam, & commotionem ad manum transmittet, in qua vitreum manubrium est; hoc enim idioelectricum est. Ignis itaque electricus inter pyramidem, & filum ferreum scintillabit, & crepitabit; nec in experimentum facientem irruet; nisi si tantus esset vapor electricus, ut vitrum diffringeret, & ad hominem inde transiret: quod fortasse evenire posset, si pyramis altissima esset, & supra modum electrica.

V. Supervacaneum est animadvertere, non ita facile *solitariam constitui* posse ferream pyramidem R S, eamque immotam verticaliter in aere *solitariam* sustinere contra ingruentium procellarum incursus. Opus & ingentes sumptus postulat, & cautelas plures, quas facile prævi-

de-

debit, qui novit, quid sit corpus non electricum solitarium statuere (1067). Tantum adnotabimus funiculos sericos ad hanc pyramidem solitariam statuendam ineptos esse, nisi a pluvia, & humiditate in parte pyramidi contigua protegantur: aqua enim etiam in serico electricitatis vehiculum est. Debent ergo funes serici pyramidem apto sustentaculo alligantes umbellis protegi, ne a pluvia in pyramidem delabente madefiant. (*)

1092. NOTA. Si pyramis RS non solitaria esset, sed vel rupi, vel muro, vel terræ infixa, adhuc ignem electricum e nubibus hauriret; neque enim propterea communicatione electrica esse desinit. At ignis iste electricus in pyramide non coacervaretur, sed perpetuo dissiparetur per corpora contigua, adeoque per terræ massam. Quare pyramis nunquam electrica esset; nunquam enim permanentem ignis electrici copiam in se cogeret. Ita virga ferrea, nisi solitaria sit, & nulli corpori non electrico communicans, nunquam fit electrica: quovis enim instante tantundem fluidi electrici amittit, quantum a globo VD haurit.

I. Verosimile est, corpora omnia terrestria, quæ in athmosphæram assurgunt, ut arbores, rupes, ædificia, id in nubibus electricis efficere quod nostra pyramis non solitaria: hoc tamen discrimine, quod ferrum vaporem electricum avi-

---

(*) *Facile, nec magnis sumptibus per hos dies conductores isti naturalis electricitatis turribus, ædificiis, pulveris pyrii promptuariis apponuntur. Qua de re vide, si lubet, clarissimi Toaldi accuratissimum opus, Venetiis editum; in quo quoque invenies qua ratione experimentum hoc sine periculo, quin Richmani sortem timeas, facere possis.* Interpres.

avidius, & ad majorem distantiam haurit, quam arbores, terra, & lapides. Corpora hæc igitur ignis electrici nobis imminentis partem dissipant.

II. Qui cum nonnullis Franklini sectatoribus contendunt, nonnullas hastas ferreas circa arcem erectas eam a fulminibus protegere posse, ignem electricum hauriendo, & successive dissipando, hi inania consectantur, contra quæ ratio, & experientia clamant. Experientia docet fulmina ut plurimum in corpora labi; quæ altius attolluntur, adeoque facilius ignem illum electricum attrahunt: *Feriuntque summos fulmina montes*. Ratio docet, corpus electricum excedentis sui ignis copiam in propiora, aut magis attrahentia corpora conijcere: adeoque hastas ferreas in nubium regionem attollere esse apta instrumenta apponere, quibus fulmina in ædificia hastas has sustinentia advocentur. (*a*)

III. Etsi quoque supponeremus hastas has non uno ictu, sed successive ignem electricum haurire, & telluri cummunicare; num propterea aptiores essent ad immensam hujus ignis copiam exhauriendam, quæ in nube decem, aut duodecim leucas lata fermentescit? Perinde hoc esset, ac si diceres tubos nonnullos per Belgii littora dispositos regionem eam ab oceani alluvione incolumem servare posse. Centum hastæ circa arcem dispositæ id ad summum præstarent quod centum arbores æque altæ: porro hæc contra fulmina profecto nihil valent. (*b*)

1093.

(*) *Quam futilia ista sint, quæ auctor noster hic in naturalis electricitatis conductores congerit, quam recta rationi, & innumeris experimentis opposita vide sis in præclaro opere superius citato clarissimi Toaldi*. Interpres.

(*) *Non minus inepta ista sunt superioribus. Ubinam nubes est duodecim leucas lata, & tota ele-*

1093. EXPERIMENTUM II. *Machinam volantem electricam construere ; seu experimentum Marilliacense alio modo efficere.* (*fig.* 10)

EXPLICATIO. I. Virgas duas ex corilo, aut ligno alio levi, nec fragili in crucis modum connecte, supra quas rhombum sericum apte extende: machinæ volantis A B præcipuam partem habebis : adde caudam, retinacula, & funiculum: attolletur in aera non secus ac chartaceæ (852). Hæc vero quum ex serico fit aptius procellarum ventis, & pluviæ resistet.

II. In crucis vertice filum ferreum in cuspidem desinens, & pedem, & ultra prominens defige : ferrum hoc ad electricam nubem accedens magnam vim electricam concipiet.

III. Inferiori ferri hujus parti funiculum alliga, quo machina regi debet. Hic communicatione electricus *conductor* erit materiæ electricæ, quam ferrum acuminatum a nube hauriet. Si funiculus canabinus sit filo ferreo, aut cupreo intertexto, vehementius electricus fiet: facilius enim, & copiosius vapor electricus ductores metallicos sequitur, quam canabinos.

IV. Extremitati funiculi prope manum alligandus est funiculus sericus communicationem inter alterum funiculum, & manum intercipiens: ceterum qui funiculum manu tenens machinam regit lethali electrico ictu percelli posset, si machina nubi vehementer electricæ occurreret. Ignis electricus machina, & funiculo exceptus per funiculum sericum non transibit, modo madidus non sit, quum communicatione electricus non sit: non ergo ad manum feretur, quum hæc ab electricis ductoribus satis sejuncta sit.

V. Im-

---

electrico igne fervens? Similitudo adjecta ridicula est, nec ad rem quidpiam facit. Interpres.

V. Imminente procella machina ventis committitur: quum nubi electricæ appropinquat, ferrum acuminatum ignem electricum haurit, quem funiculo canabino ad sericum usque communicat. Jam intelligis, funiculum a parietibus, tectis, corpore quovis communicatione electrico remotum esse debere, a quo ignis electricus a nube per machinam terræ communicari possit.

VI. Ut citra periculum num funiculus electricus sit experimentum fiat, cautelæ alibi indicatæ (1091, IV.) adhibendæ sunt: negligentia quævis factum Richmani observatori parere posset, igne e cælo deducto.

Funiculus ita electricus Romasio, aliisque pluribus *spontaneas scintillas* exhibuit pollicem crassas, decem vero, aut duodecim pedes longas, quæ in proxima corpora non electrica incurrebant, & quæ minoris fistulæ bellicæ explosionem fragore imitabantur.

1094. EXPERIMENTUM III. *Electrometrum seu organum electricum construere.* (*fig.* 100)

EXPLICATIO. Sicuti *barometra* sunt ad aëris gravitatem, aut elasticitatem æstimandam; *thermometra* ad corporum calorem dignoscendum; ita & *electrometra* haberi possunt ad athmosphæræ electricitatem, ejusque vim dignoscendam.

I. In elata turri hastam, vel fistulam ferream A B sericis filis suspende sub tecto, ubi omnia a pluvia, & humiditate protegantur; hasta hæc solitaria erit, & apta communicatione electrica fieri. Quum athmosphæra turrim ambiens electrica fuerit, & fulmen parere parata, hasta hæc fluidum electricum circa se excitatum hauriet, illoque imbuetur, quin ulli corpori illud communicet. Virgam A B imitabitur, quum a globo V D electrica fit.

II. Huic hastæ in summa turri solitariæ fila duo ferrea appende, quæ per apta foramina in laquearibus aperta in conclave ita descen-

dant, ut nihil, præter aerem idioelectricum attingant. Quum hasta electrica fiet, fila quoque communicatione electrica erunt: id præstabunt, quod catenæ MN, TO, quibus virgæ electricæ AB electricitas communis est.

III. Filorum extremitatibus duo parva tintinnabula argentea, aut cuprea appende, quibus filorum electricitas communicabitur: inter vero tintinnabula parum inter se distantia, & æque alta filo canabino *m a* frustum suberis suspende, quod a ferreo filo utrinque aliquantum extante traiiciatur.

Hac ratione electrometrum habebis. Quum enim athmosphæra electrica tibi imminebit, hæc hastam solitariam electricam reddet, hæc vero communicatione electrica efficiet fila ferrea, & tintinnabula illis suspensa. Tunc suber mobile vi electricæ attractionis, & repulsionis alternatim in tintinnabula incurret, quæ primo illud attrahent, deinde repellent. Ictus quilibet suberis ferro trajecti sonum edet, quo diu, noctuque de athmosphæræ procellosæ varia electricitate moneberis.

Facile intelliges pluribus filis hastæ electricæ suspensis, pluribusque tintinnabulis magnitudine diversis *organum electricum* fieri posse, quod tum naturali, tum artificiali electricitate personet.

1095. NOTA. Sæpius athmosphæra est electrica, adeoque apta fulmen parere, quin hoc cadat, aut tonitru mugiat: ignis quippe electricus dissipatur, & alio abit antequam explosioni paratus sit. Tunc athmosphæra id efficit, quod virga ferrea AB, a qua aut sponte, aut alterius corporis tactu scintilla non erumpat (1072, X.) Hac ratione electrometrum fulmen enunciare poterit, quin fulmen succendatur, & erumpat.

Sæpius quoque athmosphæra superius est electrica, inferius non item. Quare electrometrum quod tantum ambientis athmosphæræ statum indicat,

dicat, aliquando procellam altius tonantem, & fulgurantem non indicabit.

ARTICULUS TERTIUS.

CONJECTURÆ DE FLUIDO ELECTRICO.

I. *Causa electricitatis.*

1096. ASSERTIO. E*lectricitas videtur impulsionis effectus.*

DEMONSTRATIO. Motus omnis in natura aut ab impulsione est, aut ab attractione; atqui attractio motuum electricorum non est causa; ergo horum causa est impulsio, sive ictus materiæ alternatim diversis directionibus corpora impellentis, quæ attrahi, & repelli videmus. Probo minorem.

I. Evidens est, attractionem generalem, qua scilicet corpora omnia afficiuntur in directa ratione massarum, & in duplicata inversa distantiarum, phænomena electrica non edere, quibus nullam habet analogiam.

II. Evidens quoque est, *peculiarem attractionem*, seu *legem affinitatis*, quæ non nisi ad minimam distantiam agit, & immediato contactu fortior fit, quæ in minimas tantum, & contiguas moleculas suam vim exercet, quæ eandem materiæ speciem attrahit semper, nunquam repellit, parere non posse attractionis, repulsionis, inflammationis phænomena, quæ in electricis corporibus observantur.

Ergo electricitas neque generalis, neque peculiaris attractionis effectus est: quum ergo electricitatis causa non sit attractio, necessario erit impulsio: quandoquidem non nisi has duas motus causas in natura cognoscamus. Q. E. D.

1097. ASSERTIO II. *Phænomenorum electrico-*

rum causa esse videntur duo simultanea materiæ tenuissima effluvia, quorum alterum a corpore electrico erumpit, dum eodem tempore alterum in idem corpus electricum incurrit.

EXPLICATIO. Fluidum, imo plura fluida invisibilia dari per corpora, eorumque interstitia diffusa innumeris experimentis probatur, & nemo negat. At fluidis his universam naturam repleri, nec nisi minima vacua ab illis relinqui, hoc inter jam absolutas fabulas physici reijciunt.

Fluida sane in natura sunt; at fluidis his omnia ita non replentur, ut vino dolium. Illa potius aquæ in vapores resolutæ compararem. Aquæ ita divisæ pollex cubicus quater decies millies majus spatium occupat (731), quin re ipsa hoc spatium repleat: omnes enim hæ aquæ moleculæ simul sumptæ non nisi pollicem cubicum, ut ante evaporationem, replerent.

His observatis, qua ratione generatim horum fluidorum actio & in corpora electrica, & non electrica, quæ ambiunt, & penetrant, concipi possit, videamus. Non tamen iis, quæ dicturi sumus, omnia electricitatis phænomena apte explicari posse speramus: est enim electricitas, fortasse & erit semper occultissimum naturæ mysterium.

Ut fluidi electrici in electricis corporibus actionem aliquo pacto concipias, finge tibi globum vacuum pluribus tubis apertis a superficie ad axem productis instructum, & dimidium aquæ immersum.

I. Quum globus hic velociter circa suum axem rotabitur, liquidum, quod a suis tubis erumpet, erit divergens, quod tubos ingredietur convergens erit. Est hæc duplicis simultanei materiæ effluentis, & affluentis concursus imago in corporibus electricis; sicuti in Hauxbei experimento deteguntur. (1070)

II. Si tubi hi flexiles sint, & comprimibiles, affrictus eos constringet, & liquidi effluentis, & affluentis velocitatem augebit (636). Est hæc

hæc imago effectus, quem in corporibus electricis affrictus parit. Affrictus hic partibus omnibus corporis electrici intestinum motum communicat; & motus hic fluido suis interstitiis incluso communicatus efficit, ut illud hinc velocius, & copiosius erumpat, dum illinc magna vacua, interius relinquit, in quæ fluidum electricum per aerem, aut per corpora ambientia diffusum perpetuo irruit.

III. Si liquidum velociter e tubis erumpens corporibus occurrit, quæ libere pervadere possit, per hæc, quasi per totidem tubos, fluet; si vero obstacula offendit, quæ facilem exitum impediant, illuc accumulabitur, donec plenitudinis excessu tandem erumpat. Imago hæc est virgæ ferreæ solitariæ A B, seu hominis solitarii I K, in quibus fluidum electricum coacervatur, quum facile egredi nequeat. (*Fig.* 100)

IV. Si globum hunc concipiamus non jam dimidium aquæ immersum, sed totum fluido immersum, quod facile diversis viis & globum ingredi, & inde egredi possit; intelligemus duplicem tunc simultaneum cursum habitum iri, alterum radiis divergentibus, qui e globo erumpit; alterum radiis convergentibus, qui in globum intrat. Est hæc imago duplicis motu fluidi electrici in corpore electrico, qui pluribus experimentis comprobatur.

V. Si corpus leve inter duo hæc opposita, & simultanea effluvia collocetur, quorum alterum convergens vim habet semper crescentem, alterum divergens vim semper decrescentem, intelligemus, corpus hoc a fluido alternatim attrahi, & repelli debere; attrhai quidem, quum prævalet impulsus fluidi in corpus electricum irruentis: repelli vero, quum prævalet impulsus fluidi a corpore electrico erumpentis. Atqui fluidum hoc erumpens eo fortius est, quo corpori electrico propinquius; eo minus enim divergens est, eoque densius, quo a divaricationis

puncto minus distat; debet ergo corpus attractum a fluido affluente ad eam proximitatem pervenire, in qua repellatur.

VI. Si fluidum electricum sit materia maxime inflammabilis, duorum oppositorum fluidorum concursus mira velocitate confligentium, ignem elementarem substantiis heterogeneis ejusdem fluidi commixtum excitabit. Hinc scintillæ, inflammationes, aliaque electricitatis lucida, & ignea phænomena. Hæc non semper sensibilem calorem edunt; & fluidum illa producens aliquando frigidum potius, quam calidum sentitur: nimis enim rarefactum vim non habet calorem animali calori æqualem producendi.

VII. Si fluidum electricum ejusdem esset cum luce naturæ, quæ mira velocitate movetur (895); momento temporis vero translationis motu maxima spatia percurrere posset. Hinc commotiones ad sensum instantaneæ ad extrema duo fili ferrei plura millia hexapedarum longi. (1079)

II. *Phænomena ab electricitate pendentia.*

Multo verosimile est, electricitatem in universa natura plurimum agere; exempli gratia in plantarum, & animalium vegetatione, & reproductione, in meteororum formatione, & dissipatione. Hic tantum ejus influxum in fulmen, in nonnullos terræmotus; in corpora magnetica, & in quosdam motus animales expendemus.

Electricitas in fulmine.

1098. ASSERTIO I. *Fluidum electricum ingenti nube inclusum, ibique agens, aptum videtur varios fulminis effectus parere.*

EXPLICATIO. Sit ingens nubes plurium leucarum diametro, sive ingens copia vaporum, & exhalationum, quæ communicatione electricita-

citatem obtinere poſſint, quibus aut ventorum impulſus, aut ſolis calor, aut alia quævis cauſa motum inteſtinum communicet, unde electricæ fiant. (*Fig.* 106)

I. Nubes hæc in aere ſuſpenſa id magna mole exhibebit, quod parva conductor electricus A B, aut homo ſolitarius, & electricus I K: parata erit ſcilicet immenſam ignis electrici vim, qua turget, in primum corpus non electricum, quod illi proximum fiet, conijcere, puta in rupem, in arcem, in aliam nubem non electricam. In quodvis corpus communicatione electricum, quod in ſphæra activitatis nubis incluſum ſit, immanis ab illa electrici vaporis copia irruet: hinc inflammatio lucida, ſeu *fulgur*: *fragor*, ſeu *tonitru*: commotio, ſeu *fulminis ictus*, a quo corpus tactum concutitur & aliquando diſſijcitur, ac ſolvitur.

II. Si nubes hæc per aera delata nubi inferiori non electricæ occurrat, ejus ignis deorſum feretur. Contra ſi nubes electrica inferior ſit, ignis electricus aſcendet. Ita paſſim fulmen videmus deſcendere, aliquando etiam aſcendere.

III. Si duæ nubes electricæ ventis impulſæ collidantur, invicem non attrahuntur, ſed repelluntur. Si tertia nubes non electrica alterutri occurrat, nubes propinquior electrica in illam ſuam electricitatem traducit, nec ipſa amplius electrica eſt. Hæc ab alia nube adhuc electrica electricitatem obtinet; & alterum tonitru exauditur.

IV. Si ingens nubes parum electrica, ut in ſpontaneas eruptiones ruere poſſit nulli corpori occurrat apto ignem ſuum electricum totum illico haurire: ignis hic electricus ſenſim ſine ſenſu, nullo fragore, nullaque commotione diſſipatur, cauſa electricitatis paulatim ceſſante: non ſecus ac conductor A B, vel homo ſolitarius I K electrici eſſe deſinunt aliquanto poſt-

quam globus V D illis electricitatem communicare cessavit.

V. Si nubes electrica telluri aut mari ita propinqua sit, ut paulatim illis, nulla subita eruptione, ignem electricum, quo inbuta est, communicare possit; corpora terrestria elatiora, nubique propinquiora, præsertim si in acumen metallicum desinant, paulatim ignem hunc electricum hauriunt, qui cælo obscuro elucescens apparebit in navium, & ædificiorum flabellis, in quæ convergens irruit, & lucidas flammulas exhibet. Hinc ignis ille, qui tam sæpe in summis navium malis tempore procelloso apparet.

VI. Si nubes electrica illico ignem suum exoneret in venam aliquam metallicam, quæ alte intra terras serpat: fluidum electricum, quod præ ceteris corporibus metalla sequitur, ad venæ hujus fines explosionen faciet. Hinc verosimiliter *quorumdam terramotuum causa* petenda est, qui, nisi causæ aliæ concurrant alibi recensitæ (844) a sola effluvii electrici immensa copia sub terras explosionem faciente procedent.

1099. ASSERTIO II. *Magnis omnibus fulminis effectibus parvi similes experimentis electricis exhibentur.*

EXPLICATIO. I. Fulmen concutit, disiicit enecat, urit. Ictus electricus eadem omnia præstat, ut ab experimentis superius allatis abunde constat.

II. Materia fulminea substantias quasdam præ ceteris sequitur, uti aquam, & metalla, quorum semitam etiam sinuosam ceteris contiguis corporibus præfert: materia electrica hac eadem via pergit, & eadem in innumeris experimentis exhibet phænomena. Exempli causa, si electricitate donetur liber a tergo inauratus, videmus fluidum electricum auri meandrum sequi, reliquo tegumento neglecto.

III. Materia fulminea metalla fundit, aliquando in calcem vertit: materia electrica tenues

auri,

auri, argenti, aut cupri bracteas feriens signa fusionis, aliquando & calcis relinquit; præsertim si phiala Lugduno-Batava experimentum fiat.

IV. Fulmen odorem sulphureum exhalat, a quo in locis fulmine tactis viventia enecari possunt: materia electrica eundem odorem diffundit in conclavi, in quo vehementes ejus explosiones fiant (1087).

V. Fulminis ictus vim magneticam aut dat, aut aufert, aut immutat: ictus electricus idem præstat (1083).

V. Fulminis ictus ingentem tremorem imprimit aereis moleculis, unde tremendus fragor (753): materia electrica a corpore in corpus saliens ipsa quoque tremorem aereis particulis imprimit, unde crepitus auditur modo major, modo minor. Effectus hi quantitate tantum diversi sunt.

VII. Fulmen, quum in corpus irruit, quod disjecit, aut in calcem redegit, aliquando aliquas ejus partes solidas procul proiicit, quas vulgus e nubibus lapsas putat, & *lapides fulmineos* vocat. Pari modo vapor electricus quum in pulverem, aut ferri ramenta irruit, corpora hæc violenter dispergit, eorumque naturam aliquando immutare videtur, illis colorem, & odorem inducens, quos ante ictum electricum non habebant.

Theoria hujus consectarium, seu

1160. COROLLARIUM. Ita manifesta est inter fulmen, & vaporem electricum analogia, ut eorum originis, & principii identitas negari nequeat. Idem omnium meteororum tremendissimum magnis effectibus in natura præstat, quod parvis artificialis electricitas. Jucunda machinæ electricæ phænomena magnos cælestis electricitatis effectus imitantur. Idem utrobique machi-

namentum est, magnitudine tantum diversum. Uno verbo, *materia fulminis, & materia electrica idem fluidum est majores effectus edens naturæ, quam artis ministerio*; sicuti ex duabus præcedentibus assertionibus apparet. Hinc plurima naturæ phænomena, cujus tamen explicatio iis tenebris obumbrabitur, in quibus eorum causa, & principia delitescunt. Exempli causa.

Hinc *globi ignei*, qui aliquando immoti in aere lucent, aliquando transvolant celeritate turbinem superante. Horum unum vidimus Lutetiæ Parisiorum anno proxime superiore 1771, cujus historia in Gallicis ephemeridibus diei 26 Julii ejusdem anni descripta est. Magna vaporum & exhalationum copia in sphæram conglomeretur, & tempore procelloso in athmosphæra fermentescat, & electrica fiat: radii lucidi undequaque ex hac electrica, & fermentescente massa erumpant: erit hic globus igneus magnitudine, & splendore varius. Si quiescens athmosphæra sit, ibi sistet globus, ubi ab æquilibrii legibus collocatur, ibique lucebit donec fermentatio cesset, aut vapor electricus de more dissipetur. Si vehemens ventus in athmosphæram ingruat, ubi globus est, globus aeris motum sequetur, celeritate scilicet, qua ad summum hexapedas decem, aut undecim quovis minuto secundo percurrat; neque enim vehementissimi turbines hactenus observati majori celeritate gaudent (841).

At quo machinamento globus hic tribus, vel quatuor minutis secundis plura hexapedarum millia percurret sphærica figura servata, & athmosphæra ad sensum quiescente, ut *in globo superius memorato contigit*? Nihil hactenus allatum est, quod huic magis mirabili phænomeni parti explicandæ satisfaciat. Num quæ tradituri sumus aptiora erunt?

Novimus, quum in experimentis electricis vaporem a globo ad virgam ferream deducimus

ca-

catena metallica anulis circularibus composita, fluidum electricum ab anulo ad anulum transilire perpetuo crepitans, atque scintillans (1072). Concipe in athmosphæra anularia ingentia vaporum, & exhalationum volumina, seu casu, seu turbinis aerei vi ita conformata (798): globus igneus electricus per hos vapores, qui hic *conductores* erunt, ab uno ad alium celerrime feretur: & ratione altitudinis, & lucis suæ per ingentes cæli tractus videri poterit; ab ignaris vero aut vera stella de cælo ruens, aut maleficus cometa haberi poterit. Neque sane ægrius motum concipies ignei globi diametro pedis unius, aut hexapedæ per suppositas anulares vaporum, & exhalationum massas, quam globuli ignei diametro unius lineæ, aut quartæ lineæ partis motum per anulos catenæ metallicæ: constat enim recentibus observationibus, nubes esse posse electricitatis naturalis conductores, ut catena artificialis.

Novimus quoque, si corpus electricum prælongam tæniam contigat auro intertextam, tæniam totam *scintillare*: non secus ac ignis electricus per totam tæniam salcitaret (1072). Concipe itaque in athmosphæra prælongam seriem stratorum ferme sphæricorum vaporum, & exhalationum exiguis intervallis invicem sejunctorum, quorum primum, exempli causa, natura ipsa electricitatem concipiat quacumque ex causa. Si hoc sibi proximo accedat, huic ignem suum electricum: hoc tertio, istud quarto, quartum quinto, & sic deinceps; quare brevissimo tempore series ingentium electricarum scintillarum, quibus vapores, & exhalationes se reciproce afficiunt dum electricitatem mutuo communicant, & amittunt esse videbitur globus igneus citissimo motu a primo ad postremum globum excurrens.

II. Hinc quoque, magna saltem ex parte *lacrymarum Batavicarum* phænomenon procedit.

Sunt hæ exiguæ vitri guttæ ex massa liquata tubo ferreo eductæ; hæ a tubo in aquam frigidam defluere sinuntur, ibique refrigescere. Ibi in lacrymæ figuram conformantur. Batavicæ vero nuncupantur, quod primitus apud Batavos confectæ fuerint; ventre rotundo in cuspidem hermetrice clausam desinunt (*Fig.* 102).

Experimentum exhibent hæ lacrymæ nondum explicatum. Lacrymæ venter X satis solidus est, ut modicos mallei ictus perferre possit: at diffracta cuspide Z tota lacryma in frustula, imo & in pulverem abit non levi crepitu. Frustra, ut phænomenon explices ad aerem confugies. Lacryma frigescente, dixerunt aliqui, paululum aeris maxime rarefacti ejus ventri inclusum remanet: re ipsa in lacryma bullulæ aeris apparent in ipsa antequam in frigidam laberetur inclusi: quare tota lacryma interius vacua est, & aere rarissimo plena. Quum vero, pergunt, lacrymæ cuspis diffringitur, aeri externo aditus datur, quo in lacrymæ intima impetu irrumpat (713); qua vi illa minutatim diffringitur. Hæc est minus inepta hactenus tradita phænomeni explicatio: non tamen sufficit: eodem enim ferme pacto lacrymæ hæ etiam in vacuo pneumatico diffringuntur, ubi aer in illas magna vi irruere nequit. Non ergo aer sola nec præcipua diffractionis causa est.

Nimis hoc phænomenon electricitati naturali, & artificiali analogum est, ut aliunde repetatur. Est hoc exiguum fulmen, a quo fragile corpus disiicitur. Est hoc majori quadam specie ictus globi electrici in corpus communicatione electricum quum fluidum affluens hinc, illinc effluens confligunt. Concipe itaque electrici vaporis copiam in lacryma coacervatam dum in aquam cadit. Si vitrum, ut vult Franklinus, electricæ materiæ impermeabile est, aut si tale fit subito frigidæ attactu, quod absolute fieri potest, aut si materia electrica in casu ita aliis

cor-

corpusculis conjungitur, ut vitrum permeare nequeat; quod æque fieri potest; jam in lacryma coacervata erit materia electrica, quæ, intacta lacryma, erumpere nequibit. At diffracta cuspide Z sive in vacuo, sive in pleno, materia hæc vinculis soluta libere externo fluido electrico communicabit: hoc vero eadem vi in illam irruet: & a *fluidorum conflictu* concussio habebitur, impulsio, & reactio iis similis, quæ in quovis experimento electrico contingunt, & solis periculum facientibus notæ sunt; unde vitri diffractio, & comminutio.

Explicationes traditæ tenebris, & luce commixtæ sunt: ut ferme omnes sunt, quæ electricitatem naturalem, & artificialem respiciunt: luce quidem, quia satis phænomenorum causam indicant: tenebris vero, quia hujus causæ, cujus effectus satis innotescunt, natura latet, actio, & physicum machinamentum non nisi imperfectissime explicatur.

Electricitas in magnete.

1101. OBSERVATIO. *Magnes* lapidis species est (*) peculiari facultate donatus *ferrum*, *& il-*

(*) *NOTA. Magnes peculiares lapidum proprietates habet; igne in calcem redigitur: malleo in pulverem comminuitur: metallorum proprietatibus est destitutus: nec fusilis est; nec malleabilis: inter lapides igitur, non inter metalla recensendus est, inter quæ a nonnullis physicis adnumeratus fuit, qui ferrum magnetem imperfectum censuerunt, magnetem vero ferrum esse terreis partibus admixtum. At in quovis genere locetur, nihil hoc ad ejus phænomena, eorumque causam. Porro hæc duo a nobis modo dumtaxat perpendenda sunt.*

& illud solum attrahendi: chalybs enim, quem quoque attrahit, ferrum est tantum aliquibus corporibus illi admixtis, nec naturam ejus immutantibus subactum (375). Lapides omnes, qui magnetis speciem, & nomen aliquando obtinent, non omnes veri magnetes sunt; ex his enim plures ferrum non attrahunt. Ut magnetem a ceteris lapidibus distinguas, illum ferri ramentis obtege: si adhæreant, verus magnes erit. Magnes, ut orbis noster, polos duos habet, quos noscere, & apte ferro munire necessarium est. Ut hos polos invenias, ferreis, aut chalybeis ramentis magnetem obtege: lapis iis totus asper fiet: & in duobus oppositis partibus ramenta hæc densiora coacervabuntur, & lapidi ferme perpendicularia erigentur: puncta hæc duo sunt magnetis poli. In his præcipue lapidis vis attractiva sita est. Ut polos hos apte *armes* (ita vocant artificium, quo vis hæc ad polos præsertim colligitur, & augetur) eos obtege lamina ferrea in massam desinente, quæ infimam magnetis superficiem lineis aliquot hinc inde obtegat. Hoc artificio magnes optimus, qui inermis vix libram ferri sustineret, armatus viginti, aut triginta sustinebit.

Quinque præcipuas magnetis proprietates alibi indicavimus (592); non tamen illorum phænomenorum causam, & originem tunc investigavimus. „ Antequam magnetis usus innotesceret, „ inquit celebris Nolletus, naturæ miraculum „ observatione dignum habebatur. Et sane quis „ non miratus esset, duo corpora, magnetem, „ & ferrum, ceteris exclusis, se veluti prædiligere, sese invicem quærere, invicem jungi „ vi aliquando 60, aut 80 pondo æquante? „ Hoc non solum vulgo nihil præter ea, quæ „ videt, admiranti, sed homini physico quoque „ prodigii species est phænomeni causam investiganti, illamque se in invisibili quodam fluido invenisse putanti, a quo corpora hæc af-

„ te-

„ terum ad alterum compellantur. At illi hæ-
„ ret aqua quum ratio petitur, cur in natura
„ duo hæc tantum corpora ita impellantur; &
„ cur in tam brevi contactu tanta sit fluidi im-
„ pellentis vis. Sola etiam curiositate hæc in-
„ vestigari merebantur: at curiositati utilitas
„ accessit, quum magnetis ad polos directio de-
„ tecta fuit, & quantum hoc navigationi præ-
„ sertim prodesse posset compertum est. Quan-
„ ta deinde ad cognitiones suas hac in re per-
„ ficiendas homines moliti sunt! Præstantiores
„ hujus, & superioris ætatis physici sua in hanc
„ rem studia contulerunt".

At enimvero quid tandem sunt consequuti? nos aliquot nova *in magnetis phænomenis* docuerunt; & *ejus causa* divinandæ aditum aliquatenus aperuerunt.

I. Recentiorum experimenta, & observationes docuerunt, *ferrum vetus in summis ædificiis aeris intemperiem diutius perpessum sæpius magneticam vim contraxisse, aliquando in verum magnetem mutatum fuisse*. Observatio hæc, quæ miraculi instar habita fuit anno 1691, nullam modo admirationem parit postquam noverimus, eandem esse materiam electricam, atque fulmineam; & vim magneticam esse electricæ materiæ effectum (1083). Jam intelligimus, antiqua ædificia pluries nubibus electricis subjecta fuisse, earumque fluidum electricum a ferro, quam a lapidibus fortius attractum (1074) sæpius dum fulmen parabat in antiquum hoc ferrum incurrere, debuisse, illique impressionem facere, qua aut magnaticum fieret natura non immutata, aut illud in verum magnetem verteret metallica natura immutata, & ejus principiis dissolutis. Verosimile quoque est *magnetem ipsum* in fodinis non esse nisi ferrum, cujus natura aut fulminis ictu, aut ingenti materiæ electricæ incursu mutata fuerit. Vena metallica a terræ superficie ad intimam fodinam excurrens facile

ma-

magnam ignis cæleſtis, ſeu materiæ fulmineæ copiam illuc advehere poteſt. Fulmineus hujus materiæ ictus ferro naturam metallicam adimet, & in magnetem illud convertet (1091).

II. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *pleraque ferrea, aut chalybea instrumenta ſuarum partium concuſſione, aut affrictu magnetica fieri*. Scalpra, cuſpides, terebræ, quibus artifices ferrum frigidum elaborant, ferri ramenta attollunt acie, & cuſpide. Focorum forcipes, & batilla, quæ recta in foci angulis detinentur, illucque temere proijciuntur, ſæpius magnetica ſigna edunt: ferrum attrahunt, polos ſatis diſtinctos habent: ſæpius quoque unico mallei ictu borealem polum in auſtralem mutant, & viciſſim.

II. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *magnetem ſive naturalem, ſive artificialem majus ferri pondus attollere, ſi ferrum hoc incudi inſiſtat, ac ſi ligno, aut lapidi*. Imo quo major eſt incus, eo major vis magnetica apparet. Indicare hoc videtur, vorticem materiæ magneticæ mutuam ferri, & magnetis attractionem efficientem a proxima ingenti ferri maſſa augeri.

IV. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *cineres vegetantium, & calces alias plures vim magneticam, ut ferrum, ſentire*. Probat hoc, ut notant Muſchenbroekius, Lemery, Nolletus, non jam a magnete ſubſtantias a ferro diverſas attrahi, ſed tantum in his cineribus ferrum deliteſcere: ſive ferrum hoc in ſubſtantiis aduſtis, aut adurentibus re ipſa exiſteret propria ferri natura, ſive tantum calcis, aut cineris forma, quod ignis, & craſſæ ſubſtantiæ commixtæ metallicæ ſuæ naturæ reſtituerint (599).

V. Recentiorum experimentis, & obſervationibus quoque novimus, *acus magnetica directionem, & inclinationem* (592) *multo magnis va-*

variationibus ab una ad aliam regionem transeundo obnoxias esse. Narrat Bouguerius in sua Peruviana peregrinatione, anno 1742 Quiti in australi latitudine minutorum decem, aut duodecim acum magneticam *fuisse infra horizontem boream versus inclinatam* gradibus ferme 10; *in orientem vero declinasse* secundis ferme 8 $\frac{1}{2}$; dum in Gallia eodem tempore in occidentem declinabat gradibus ferme 14. „ Platæ, inquit
„ idem auctor, æque declinabat anno sequen-
„ ti mense Julio: quatuor deinde mensibus post
„ ad Sanctam Martham eam declinantem inve-
„ ni semper in orientem gradibus 6, minutis
„ 35. Eam iter habendo observare oportebat;
„ pluribus enim irregularitatibus obnoxia erat.
„ Sæpius ingentia saxa huc illuc dispersa offen-
„ debat: erant hæc exterius nigra: ignis vim
„ passa fuisse videbantur; & ab aliquo vulcano
„ projecta facile putarem. Nulli rei aptius com-
„ parari possunt, quam argillæ solis ardore dis-
„ fissæ, & dein in lapidem versæ. In his locis
„ acus magnetica omnino diversas directiones
„ obtinebat: satis erat, si passus quinque, aut
„ sex progrederer, ut viderem acus magneti-
„ cæ directionem aliquando 30 gradibus mu-
„ tari".

VI. Recentiorum experimentis, & observationibus docemur tandem, *fluidum electricum natura, aut arte excitatum esse vis magneticæ in ferro causam physicam*: electricitate enim artificiali ferro vis magnetica tribuitur (1083); & electricitate naturali idem effectus producitur in ferro pluribus annis in summis ædificiis ejus actioni exposito.

VII. At nullo veteri, aut recenti experimento, nulla observatione docemur, *quanam sit causa phænomenorum magneticorum in magnete, aut in ferro magnete perfricato*: exempli causa, quare magnes duos polos habeat, non tres, aut quatuor; quare polorum unus boream respiciat,

non

non austrum: quare magnes, aut ferrum magneticum ferrum attrahat, non aurum, plumbum, marmor, aut alia corpora.

Multo verosimillimum est, magneticos effectus *a tenuissima, & maxime activa materiæ fluxu* produci, quæ ferrum in magnetem, & magnetem in ferrum vera impulsione compellat: sive materia hæc circa omnia terrestria corpora diffusa sit, sive tantum circa ferrum, & magnetem diffundatur. At quid hæc ipsa materia est? Fluidum ne electricum commune, a quo scilicet sunt naturalis, & artificialis electricitatis phænomena? Nequaquam: fluidum hoc enim in omnia corpora, & quavis directione agit; ejus quoque actio fere semper simultaneis attractionibus, & repulsionibus manifestatur, quæ momento cessant, nec permanenti ferri in magnetem tendentiæ ullo pacto similes sunt.

Cartesius ut magnetis phænomena explicaret, censuit orbem terrestrem ingentem veluti magnetem esse: huic polos duos magneticos esse a terrestribus diversos, borealem unum, australem alterum; per hos vero polos in terræ superficie, & in intimis materiam circuire celerrimam, & maxime activam: ferrum, & magnetem ea unica esse corpora, quorum pori apti sint hanc materiam admittere; ab hac propterea illa pervadi, & juxta suum cursum dirigi ubicumque in illa incurrit: positis vero hisce poris in lineas circulares dispositis, uti peripheriæ per telluris polos magneticos transeuntes, & directioni fluidi circa hos polos fluentis conformibus, fluidum iterum ferri, & magnetis polos ingredi, postquam exierit, & circa hæc corpora vorticem efficere magis minusve amplum, & validum pro diversis horum corporum dispositionibus: aurum, & marmor circa se hunc vorticem non habere, vel quia poros non habent aptos magneticum effluvium transmittere; vel quia effluvio exitum quaquaversus concedentes, illud regredi non faci-

ci-

ciunt, nec ita dirigunt, ut ab auro in marmor, & ab hoc in illud transeat.

Hæc hypothesis primo intuitu philosophica, paulo attentius considerata commentum apparet. Supposita enim fabula effluvii circa tellurem decurrentis, & in ferro & magnete confictis poris quibuscumque, nullum magneticum phænomenon inde sequetur. Hic *directionem* dumtaxat consideremus, quæ fluido Cartesiano magis consentanea videtur.

„ Quid contingeret, inquit prudens Nolletus, „ si in medio flumine statuerem lignum ad di- „ midiam suam longitudinem suspensum, & æ- „ quilibratum? Si lignum hoc secus longitudi- „ nem suam perforatum esset, & secus decur- „ rentem aquam statutum, sane concipio in hac „ directione persistere posse, fluido ita illud „ traijciente. At si illud aquæ cursui transver- „ sum collocarem, centro motus sui ab extre- „ mis æque distante; non video qua ratione, „ nisi quid peculiare occurreret, directionem „ mutaturum esset; neque enim amplius ab a- „ quæ cursu traijceretur, quum ex hypothesi „ aquæ procurrenti ad angulos rectos situm es- „ set". Patet, eadem bina phænomena habitum iri, si lignum hoc canalibus, aut circularibus hiatibus interius pertusum esset, qui a polo ad polum in massa majore, aut minore protraherentur. Quum polorum linea aquæ decurrenti esset parallela aqua per canales circulares transiret, prima positione non immutata: quum vero linea hæc esset aquæ cursui perpendicularis, aqua æquali vi utrinque ageret, & ejus actio nulla esset. Patet quoque, canalium figuram, quæ qualiscumque supponi potest, cylindrica, spiralis, cochleæ instar, lævis, filamentis in unam, aut in diversas partes inclinatis, nihil præsentem hypothesim immutare, si aquæ transitum sinunt: si vero transitum negant, corpus cujusque formæ, quod una directione per-

va-

vadunt, præsentis hypothesis vices omnino subire debet. Quæ quum ita sint:

„ Fiat modo, pergit idem auctor, lignum hoc „ pertusum non esse, non ab aqua penetrabile: „ profecto si sit aquæ decurrenti parallelum, „ aqua utrinque secus ejus superficiem fluens il„ lud in sua directione detinebit, aut semper „ in ea directione statuet, nisi quum lignum „ transversum æqualem utrinque a centro mo„ tus aquæ impulsum sustinebit.

„ Juxta hæc principia certissima; si acus ma„ gnetica pilos respicit propterea quia a mate„ ria quadam procurrente in hac directione tra„ ijcitur; videtur fore, ut si ejus extremis or„ tum, & occasum respicientibus statueretur, „ non amplius naturalem materiæ magneticæ „ directionem sumere deberet: sicuti tubus trans„ versus ita æquilibratus perseveraret, aqua per „ illum non amplius transeunte. Hoc tamen „ nunquam contingere novimus: & quacumque „ positione acus magnetica statuatur, semper ad „ polos convertitur.

„ Ex nostra quoque similitudine sequitur, ad„ dit auctor, a materia a telluris polo ad polum „ profluente acum cupream, cum argenteam æque „ ac ferream, aut chalybeam, eadem directio„ ne donari debere. Si enim in ferrum agit, „ quod illud facile traijciat, ut asserunt; alia „ quoque metalla movere debere videtur, quod „ illa non æque traijciat. Anne ventus flabel„ lum penetret oportet, ut illud convertat, & „ in sua directione statuat? Nonne satis est si „ secus illud perflet? Brevi: si materia magne„ tica non nisi ferrum magnete tactum permeat; „ acus cuprea iis conditionibus subesse videtur, „ quibus lignum nostrum non pertusum, quod „ non proinde minus aquæ cursum directione „ sequeretur. “

VIII. Ex hic, & alibi (596) dictis sequitur, *immediatam phænomenorum magneticorum causam*

adhuc

adhuc latere. Caufa hæc eft tenuiffimæ, & libere per denfiffima corpora tranfeuntis materiæ actio: at quænam eft hæc materia, quave ratione agit? quare non in aurum, in cuprum, aut in alia corpora? quare ferrum magnete tactum ad polos dirigit, non ad ortum, & occafum? quare directio hæc ne in eadem quidem regione conftans eft, fed Parifiis, exempli gratia, in annos varia eft fatis fenfibiliter, & regulariter? (592) quare eandem ferro in Peruvia, ac in Europa directionem non tribuit? quare in eadem ipfa regione acu magnetica a loco ad locum parum diftantem translata, directio hæc mutatur? hoc adhuc latet: fortaffe femper latebit. Phyficorum duobus fæculis hac de re ftudia quam arduum fit naturæ arcana detegere tantum oftenderunt.

IX. At vero fi horum phænomenorum caufa immediata latet, ejus effectus fatis innotefcunt, ut inde utilitatem, & voluptatem arte capere poffimus. Acu magnetica in fulcro æquilibrata nauta certo itinere navigat: & cæli, ac terræ indiciis omnibus deficientibus, ab hac acu navigationis directionem habet. Magnete occulto mira præftigia artificium ignoranti exhiberi poffunt. Exempli caufa, mufca ferrea in horologio horas indicabat fupra cupream laminam libere excurrens: magnes poft laminam latens, & a rotis machinæ in gyrum actus illam ducebat. Parva quædam automata avium forma aquæ impofita ad virgam accedebant, in cujus fummitate illis efca porrigebatur: circulator afferebat, vulgus credebat, acus has efcam fibi congruam appetere: at in avium noftro latebant acus magneticæ: roftrum levi motu hiabat, & claudebatur: in virga faligna alia acus magnetica latebat: in automatis roftro borealis acus magneticæ polus anterior fit: huic objecto auftrali virgæ polo accedet automa, ejus roftrum aperietur, & oblatam efcam appetere videbitur: at obje-

objecto virgæ polo boreali, recedet automa, & escam refugere videbitur. Hinc quot hujusmodi præstigia artificiali, aut naturali magnete exhiberi possint satis apparet.

Electricitas in viventibus.

1102. ASSERTIO. *Fluidum electricum analogum videtur fluido animali, a quo sensationes nostræ, & motus procedunt.*

EXPLICATIO. Quæcumque sit humanæ animæ sedes, verosimillimum est, eam in præcipua aliqua cerebri parte sitam esse, unde corpus regat; sive eadem sedes hæc in omnibus sit; sive diversa. (*Met.* 480)

Jam vero certum est, *medium communicationis* dari animam inter, & corpus: medium hoc temporis momento corporis affectiones ad animam transmittere, ad corpus vero motus ab anima imperatos; medium hoc esse fluidum tenuissimum, atque celerrimum, unico instante minimo aptum a cerebro ad extremum corpus, & hinc illuc actionem suam transferre. (*Met.* 481)

Fluidum hoc hisce proprietatibus præditum illud est, quod *spirituum animalium* nomine sensationes, ac motus nostros efficit (*Met.* 547). Quanta inter hoc fluidum, & electricum analogia sit brevibus verbis indicemus.

I. Fluidum electricum densissima, & tenuissima corpora celerrime permeat; & a termino, ad terminum quantumvis remotum in instanti agit (1079): idem præstat fluidum animale, quod per tenuissimos fibrarum, & nervorum tubos in instanti a cerebro ad extremum corpus; & hinc illuc impulsum suum propagat. Hinc sensationes, motusque nostri tum liberi, tum necessarii.

II. Fluidum electricum in corporibus electricis motu, & affrictu excitatur: fluidum animale in humano corpore affrictu, motu, intestina fermentatione quadam substantiarum animalium, & vegetabilium, quibus vita stat, excitatur: motu hoc intestino cum vita cessante, spiritus ani-

animales inertes sunt in corpore nullum amplius motus principium habente.

III. Fluidum electricum in corporibus congregatum aliquando in spontaneas eruptiones emicat, ac impulsus vi diversos efficit (1272, 1093): Fluidum animale nonne similes in nobis effectus edit, motus nempe subitos, & involuntarios, quorum causa insueta fluidi hujus motoris eruptio esse videtur?

Apoplexia, quæ sæpius Deus sæculum nostrum terret, quin sapientius fiat, nonne a violenta hujus fluidi eruptione in suis canalibus coacervati oriri posset? quæ eruptio fulmini similis vitæ organa aliquando destruit, aliquando ea tantum vitiat, & fluido motori admittendo, aut excitando inepta reddit. Inde mors, aut paralysis.

IV. Fluidum electricum a corpore in corpus irruit effluviis oppositis, & simultaneis. Nonne & ffluidum animale a corpore in corpus simili ratione traiici videtur? Inde *morbi epidemici*, (uti pestis) qui contactu, aut propinquitate contrahuntur. Inde fortasse vehemens *illa amor*, aut *odium illud*, quod coram quibusdam objectis excitatur, iis absentibus silet.

V. Electricitate quædam corpora attrahuntur, quædam repelluntur: quare non suspicemur a fluido animali similia in homine effici, *antipathias* scilicet, & *sympathias naturales*, quibus ratio non præest. Alia enim ratione annuente appetimus, aut aversamur, alia ratione non annuente: has affectiones approbare, aut improbare ratio potest, earumque effectus permittere, aut impedire; ne illas tamen sentiamus vetare nequaquam potest, quæ machinamento quodam in nobis oriri videntur.

CONCLUSIO. *Fluidum electricum profecto unum est ex generalibus naturæ agentibus.* Vaporum, & exhalationum elevationem juvat, meteororum formationem, plantarum vegetationem, fortasse etiam viventium omnium propagationem.

nem. At illud existere scimus: qua ratione agat ignoramus.

Fluidi electrici natura.

1103. ASSERTIO I. *Fluidum electricum non est fluidum aereum.*

DEMONSTRATIO I. Experientia constat, corpora in vacuo optime electrica fieri, & electricos effectus producere sub recipiente pneumatico, ubi aeri aditus interclusus est, & quo vapor electricus metallico cylindro conductori adnexo traducitur. Ergo fluidum electricum in vacuo floccos lucidos, scintillas, crepitus, commotiones edens non est aer. Ceterum aer lucidus fieri nequit, neque accendi, aut urere, ut fluidum electricum.

II. Experientia constat, aeris actionem esse successivam: ejus commotiones ad 4000 hexapedas vix post 23 temporis secunda sentiri (760); harum vero vim decrescere in duplicata distantiarum ratione (762). Ergo electricum fluidum, cujus actio videtur instantanea, & si per filum ferreum ad 4000 hexapedas traducatur, nihil apparet imminuta, nihil cum aere commune habet. Q. E. D.

1104. ASSERTIO II. *Fluidum electricum re ipsa videtur esse ignis purus, aut commixtus.*

EXPLICATIO. I. Fluidum splendens lucis instar, ad maximas distantias, ut lux, agens, cui ab impulsu, & affrictu omnes lucis proprietates tribuuntur; quid sit, nisi lux ipsa, quæ ab igne elementari distincta non esse videtur? (1051)

II. Fluidum, quod, ut ignis elementaris, per omnia orbis nostri corpora semper diffusum est, quod, ut ignis, a corpore corpori communicatur, in corporibus, a quibus egredi nequit, coacervatur, eorum partes inflammabiles excitat, ab illis aut successive, aut subita explosione erumpit partes extraneas secum trahens, quæ

ejus

ejus massam, & actionem augent, fluidum hoc, inquam, esset ne ita igni analogum, nisi eandem naturam, eademque principia haberet?

III. Videtur ergo fluidum electricum & naturæ ignis elementaris, & naturæ phlogistici, & naturæ corporum volatilium, quæ secum abripit, aliquid habere. Ut *ignis elementaris*, lucet, splendet, ardet, si ictu, aut affrictu aut alia causa excitetur, qua exiliat. *Ut phlogisticum*, succenditur, exilit, crepitat, odorem emittit, colorat, & corporibus, quæ afficit, novas indit proprietates. Ut *substantiis volatilibus, & heterogeneis commixtum*, quas secum avehit, diversitates exhibet corporibus, a quibus emanat, analogas.

Hac ratione certe fluidum electricum substantiarum vitrearum admodum ab eo diversum apparet, quod e resinosis emanat: hac quoque ratione fluidum animale diversas admodum in viventibus affectiones habere potest: ignis elementaris, qui ejus basis est, in diversa individua substantias heterogeneas advehit magis, minusque volatiles, copia, specie diversas, a quibus in actione modificatur.

IV. Etsi lux, ignis elementaris, fluidum electricum una, eademque re ipsa substantia sint; quum tamen causa hæc unica varias modificationes, ac commixtiones subeat, facile intelliges, inde effectus admodum diversos esse posse, quos vel ingeniosissimis physicis arduum erit explicare. Experientia, & ratione triplex hoc principium satis agnoscimus: ad ejus naturam, & consectaria dignoscenda non satis adjumenti suppeditant.

Objectiones diluendæ.

1105. OBJECTIO I. Vitrum facile lucem transmittit, non item fluidum electricum: ergo hæc duo fluida diversa sunt. Plures aliæ rationes:

aliaque experimenta ad diversitatem hanc comprobandam afferri possent.

RESPONSIO. Contendit Franklinus, vitrum a fluido electrico non penetrari; adeo ut fluidum hoc ab una ad aliam vitri superficiem breviori via pergere nequeat, sed tantum via superficiei superiori, exempli causa, parallela, unde ad inferiorem superficiem parallelum pergat; & vicissim secus internam superficiem ad externam. Contendit Nolletus hoc experientiæ, & rationi contrarium esse: probationes vero, quas affert, victrices nobis videntur. Verum ab experimentis pro utraque sententia allatis sequitur, vitrum facillime lucem transmittere, difficillime fluidum electricum, quod multo facilius substantias animales, & metallicas permeat, quam vitreas. Quare in utraque hypothesi objectio stat; & inter lucem, & fluidum electricum diversitatem naturæ statuere videtur.

I. Ut generali responsione objectionibus hujusmodi, quæ innumeræ afferri possent, occurramus, satis erit animadvertere, sæpius *modificationem*, & *commixtionum* diversitatem eidem materiæ, eidemque principio multiplicem naturam indere videri. Exempli causa, nonne idem fluidum diverso modo modificatum, atque commixtum simul est aer, ventus, sonus, corporum principium, quum tamen eadem substantia, idemque principium esse perseveret? Quare lux diversis modificationibus, ac commixtionibus esse nequeat simul lux, ignis elementaris, materia electrica?

II. Etsi lux, ignis elementaris, fluidum electricum unicum re ipsa principium esse videantur; certum tamen est, hoc principium diversis modificationibus indigere, ut luceat, ut ardeat, ut electrizet. Qua modificatione lucet, non semper urere potest; qua modificatione ardet, & lucet, non semper eadem fit electrica; & vicissim.

III. Hoc ipsum principium unicum modifica-

tio-

tione donatum, qua fit lucidum, & quæ motus per lineam rectam esse videtur, libere vitri poros in directum positos permeat: modificatione donatum, qua fit electricum (ponamus hanc in motu circulari consistere) non jam vitri poros pervadet, sed primo vitri strato penetrato reflectetur, & secus vitri superficiem rotabitur magna saltem ex parte per unum vitri interstitium intrans, per alterum exiens. Ita intelliges, idem fluidum una modificatione per vitrum libere transiturum, altera non item. Non ergo proposita objecto duplex principium probat lucis & materiæ electricæ: duplicem enim modificationem tamen probabit in eodem principio: etsi duplicis hujus modificationis naturam ignoremus.

IV. Quum lux, aut ignis elementaris aliis substantiis commixtus fiat phlogisticum (1053); quare idem principium alia ratione aliis substantiis commixtum non fiat materia electrica? In hac hypothesi admodum verosimili eadem materia esset *lux*, aut *ignis elementaris*, quum movetur pura, & nulli rei commixta; *phlogisticum*, quum substantiis commixta est naturalem ejus mobilitatem coercentibus: *fluidum electricum*, quum aliis substantiis commixta est aptis dissipari, & attractiones, & repulsiones efficere. Ita idem fluidum *in diversis statibus* modo purum, modo hac, modo illa ratione commixtum phænomena exhiberet, quæ conciliari non posse viderentur & diversas causas postulare, etsi communis eorum causa esset idem fluidum varie modificatum, atque commixtum. Quare quum ita sint etsi fluidi ignei, & electrici varietates satis apte explicare nequeamus; non hæ propterea diversum principium probant; possunt enim a diversis ejusdem principii modificationibus, & commixtionibus proficisci.

Hæc modificationum, & commixtionum multiplicitas, quas evidenter admittere potest idem fluidum modo ut lux, modo ut ignis elementa-

ris, modo ut phlogisticum, modo ut materia electrica consideratum, cavillationes præcidet, quibus a lucis, ignis, & electricitatis phænomenis triplex principium quispiam inferre vellet.

1106. OBJECTIO II. Major ignis copia in tellure est hyeme, quam æstate: & tamen electricitas vividior est hyeme frigida, & suda, quam æstate; ergo ejus causa non est ignis: causæ enim effectus est semper proportionalis (311): ergo fluidum electricum & igneum diversa sunt.

RESPONSIO. Electricitas est effectus causæ mechanicæ, materiæ in motu positæ, qui semper est productum massæ in velocitatem. At nonne minor massa majori velocitate potest cum fœnore compensari? Etsi ergo major fluidi electrici in corporibus æstate copia sit, quam hyeme, non propterea sequitur ejus actionem semper esse debere ejus quantitati proportionalem.

I. Hyeme, & cælo sudo vitri interstitia, exempli causa, minus aperta sunt: difficilius ergo exitum fluido electrico præbent in illis incluso: hoc vero diutius a causa excitante subactum tandem tota sua vi erumpit. Contra vero æstate interstitia magis patent, fluidum electricum vix excitatum exilit antequam vires auxerit, & actionem roboraverit.

II. Humente cælo languet electricitas: quum enim ipsa primum a corpore electrico in motu posito oriri debeat, in humore corpori electrico, & electrizanti adhærente obstaculum invenit, ne explicetur; quum aqua, quæ corpus est communicatione electricum affrictu electrica non fiat. (*)

III.

(*) *Humente cælo ideo in machina languet electricitas, quia tunc humiditas aerem efficit communicatione electricum: ab hoc ambiente propterea magna vaporis pars dissipatur, nec in conductorem totus concervatur.* Interpres.

III. Fluidum electricum juxta notiones a nobis traditas non tantum est purum fluidum lucidum, aut igneum, sed corporum substantiis magis volatilibus, & inflammabilibus commixtum. Quum corpus affrictu fit electricum, excitatur fluidum igneum in interstitiis corporis tum electrici, tum non electrici, quæ reciprocam frictionem subeunt, ac volatiles, atque inflammabiles magis ambo-rum corporum partes segregantur, & excitantur: novæ fluidi ignei, & partium affrictu segregatarum commixtiones fiunt: hinc novum fluidum agens, quod in intimis, & in superficie corporis electrizati coacervatur, circa quod *accidentalem*, & temporariam *athmosphæram* efficit extensione varia pro varia corporis, quod ejus veluti basis, & principium est, natura, & dispositione. Quum corpus communicatione electricum fit, fluidum electricum in corpore electrizato jam excitatum ad corpus, quod illud recipit, accurrit, ibique coacervatur; ibi fluidum igneum, partesque volatiles, atque inflammabiles excitat, *quas illic invenit*: inde in corpore communicatione electrico vividior, ac fortior electricitas, quam in corpore affrictu electrico.

IV. Certum est, electricitatem in athmosphæra terrestri vires suas exerere, ubi fulmen, quæque ex illo pendent phænomena parit (1098). At quonam physico machinamento ita athmosphæra, aut ejus pars electrica fit? Nolletus ad duarum nubium electricitatem mutuum tantum earum affrictum postulat: neque hæc opinio quidpiam rationi, aut electricis experimentis oppositum præsefert. Aer est *idioelectricus*; neque enim communicatione, ut vitrum, cera Hispanica, resina, electricus fit. Vapores, & exhalationes sunt corpora *non electrica*; vapor enim est tantum aqua attenuata, quæ optime communicatione fit electrica: exhalationes vero ut plurimum sunt tenues corporum communicatione

electricorum particulæ. Itaque quum a corporis electrici, ut globi vitrei, & non electrici, ut hominis manus, affrictu electricitas in globo excitetur; quare magna verisimilitudine censere non liceat, ab affrictu corporis electrici, qualis est aer, & non electrici, quales sunt vapores, & exhalationes, electricitatem excitari quæ in nube fulgurat, tonat, fulminat: nubes quippe est immensa aeris, vaporum, & exhalationum collectio.

Cælestis electricitas sæpius, & vehementius æstate, quam hyeme exeritur: ignis enim, qui basis præcipua est, atque principium *fluidi electrici*, in telluris superficie, & in athmosphæra copiosior est æstate, quam hyeme; æstate quoque a terra, & a vegetantibus plures exhalant partes volatiles, & inflammabiles aptæ igni commisceri, & fluidum electricum in nubibus fieri.

Conclusio generalis.

1107. Facilius est volumina, quam cognitiones in re electrica augere. Plura adhuc experimenta afferentes, pluribus explicandis immorantes, singulis difficultatibus, quæ sententiæ nostræ obiici possunt, respondere nitentes non majorem rei electricæ lucem attulissemus. Quæ res conjecturas tantum, & probabilitates admittit, ut fluidum electricum, æternis contentionibus materiam suggeret nunquam definiendis. *Disputatio*, dixit olim sapiens quidam, *longius adhuc pretrahi posset: satius est ergo illius finem facere.*

Fluidum tenuissimum nos illuminat: est hoc *lux*, de qua primis duabus sectionibus sexti hujus tractatus egimus. Fluidum tenuissimum nos calefacit: est hoc *ignis*, de quo ejusdem tractatus sectione tertia. Fluidum tenuissimum naturam agitat, eamque aliquando, imo fortasse semper electricam efficit: est hoc *materia electrica*; de qua postrema hujus tractatus sectione sermo fuit.

fuit, Tria hæc *unicum fluidum* esse videntur, cui diversæ modificationes, ac commixtiones diversas tribuunt proprietates: est hoc postremarum duarum sectionum argumentum. Itaque *Sol* globus magnitudine, & electricitate immensus circa axem suum, ac centrum perpetuo conversus, & in intima sua substantia sive solida, sive fluida, fermentescens perpetuos a centro, in quo est, mundi planetarii torrentes eijcit tenuissimæ, & celerrimæ materiæ, qua naturam universam illustrat simul, calefacit, & electricam reddit. At postquam solem esse noverimus primum, & indefectibilem lucis, ignis, electricitatis fontem, meminerimus hic *theoriæ solarium influxuum* initium, & finem esse; cetera omnia, quæ adderentur, somnia esse hac æstate jam pessundata, ut in operis præfatione monuimus. Permanens solis irradiatio tellurem, ac planetas reliquos perpetuo illuminat, calefacit, electrizat. Hæc vera ejus actio est, verus hic ejus influxus. At non ab hac irradiatione corporum gravitas, non planetarum motus curvilineus, non maris æstus, aliaque phænomena, in quæ nihil agit.

Frustra ad *solarium influxuum systema* amplificandum obsoleta jam systemata e tenebris educerentur, cujusmodi sunt fabula ignis centralis (501) sphæræ igneæ fundamentalis nomine iterum proposita: plenum Cartesianum minimis vacuis pro libidine commixtum (1399): radiatio Leibnitiana (1338) minus philosophica: frustra adderetur somnium mutationis solaris sine causa, & sine effectu: alia quædam innumerarum athmosphærarum fabula circa corpora diffusarum inter se, & cum terrestri athmosphæra immiscibilium: alia quoque fluidi cujusdam universalis ab igne, atque alio quovis noto fluido distincti. Idem dic de ceteris. Ab universa hac principiorum cengerie nunquam emerget curvilineus planetarum motus, or-

do naturæ, corporum extensio, soliditas, gravitas, elasticitas. Quin si in hoc systemate omnia explicantur, ut quidam putant, monere audemus, dandas explicationes nihil comicis, & ridiculis histrionum blaterantium verbis meliores futuras.

Post terrestris globi, eorumque, quæ ad ipsum spectant propositum spectaculum, aliud sublimius, nec minus studiis nostris dignum exhibere pergimus immensorum eorum orbium, qui circa nos aguntur, & quibus ope fluidi lucidi, cujus theoriam tradidimus, communicamus.

Finis Voluminis Tertii

A P.

APPENDIX

AD SECTIONEM QUARTAM

DE THEORIA ELECTRICITATIS.

Interprete Auctore.

Auctor noster in re electrica Nolletum præsertim sequutus eam sententiam amplexus est, quæ paucos semper sectatores habuit, per hos dies ferme nullum. Statuit enim, duplex haberi in electricismo simultaneum effluvium, alterum effluens e corpore origine electrico, alterum affluens a corpore communicatione electrico ad idioelectricum; a quorum oppositorum effluviorum conflictu phænomenorum omnium electricorum explicationem desumere nititur: quo fit, ut experimenta, & phænomena electrica ab auctore nostro hac sectione allata, etsi verissima sint, tamen præpostere explicentur. Nos itaque operæ pretium fore duximus, si probatissimis de re electrica principiis statutis ea traderemus, quibus & ab auctore nostro proposita apte explicarentur, & alia plura phænomena (infinita enim propemodum sunt) hisce principiis ducibus quisque proprio marte facile explicare posset. Nonnullis propositionibus quæ hac in re addenda censemus brevitati quantum fieri poterit consulentes complectemur.

1. PROPOSITIO I. *Vapor electricus* (hoc nomi- materiam tenuissimam in qua vis electrica sita est, cum Neutono Opticæ lib. 3. quæst. 8. nuncupamus), *non extimam tantum superficiem corporum communicatione electricorum, sed intimam quoque eorum substantiam permeat.*

Probatur pluribus experimentis. Virgæ metal-

tallicæ ſuperficies magna ex parte liquata pice, aut cera hiſpanica obtegatur, extremitatibus exceptis: hæc ſolitaria conductoris vices geret; & ab uno ejus extremo machinæ admoto ad aliud extremum vaporem electricum traijciet, & ſigna electrica dabit. Tranſit ergo vapor electricus per ipſam intimam virgæ ſubſtantiam; per ſuperficiem enim a pice aut cera hiſpanica, quæ corpora idioelectrica ſunt, i lli tranſitus interdictus eſt.

Id ipſum Cl. Beccaria expertus eſt tubo vitreo pedem, & amplius longo, mercurio pleno, & utrinque aperto. Altero hujus orificio conductori electrico admoto, ab altero ſcintillam eduxit.

Hoc præterea alia phænomena plurima invicte probant. Vaporis electrici ictus metalla liquat: hic vapor liquores dilatat, plantarum, ut & auctor noſter refert (1086), vegetationem accelerat, animalia intima concuſſione afficit, atque enecat. Hæc ne contingerent, niſi vapor electricus intima corporum pervaderet?

2. PROPOSITIO II. *Vapor electricus dum per corpora communicatione electrica diffunditur, 1. ſecundum eorum longitudinem potius fertur, quam ad latera; 2. ad aliquam diſtantiam ab alio ad aliud tranſit, 3. ad acumina majori copia fertur, & ab acuminibus majori copia, & facilius erumpit.*

Hæc omnia experimentis probantur. Primum quidem experimento Monierii in actis Acad. Pariſ. 1747. Lamina plumbea quadrata electrica effecta radios minus vividos ab extremitate projicit, quam quum in tænias conciſa longior facta fuit, & anguſtior. Idem probat alterum Beccariæ experimentum, in quo a virga metallica electrica ad globulum metallicum ad latera ſuſpenſum, & ſupra virgæ extremitatem pollicem elevatum radii electrici proceſſerunt per arcum, cujus virga producta tangens fuiſſet. Niſi ergo

go vapor electricus longitudines sequi affectaret, recta transversim ad globum accurrisset.

Secundum probatur. Si enim machinæ electricæ conductori alter conductor ad exiguam distantiam solitarius statuatur, hic alter conductor a primo electricitatem mutuatus in altero extremo signa electrica exhibebit.

Tertium experimento satis communi, & multiplici probatur. Si enim conductor electricus in cuspidem desinat, ad majorem distantiam radii electrici ex illo in tenebris produci videntur: si idem conductor qua parte a machina vaporem haurit, cuspidibus instructus sit, facilius, & majori copia e globo vaporem ebibit.

Si acutissimam cuspidem phialæ Lugduno Batavæ electricæ ad aptam distantiam admoveas, totum ejus vaporem electricum nulla explosione hauries; ut adnotavit etiam Cl. Toaldus in egregio ejus opere supra laudato de conductoribus electricis.

Nota. Etsi corpora in acumen desinentia ita, ut diximus, vaporem electricum attrahant, hunc tamen in illis non coacervari, sed sensim dispergi experientia docet; adeoque magis rarefactum successive erumpere. Contra vero si conductor in sphæram metallicam desinat, vapor electricus in eo admodum condensatus, quum scintilla educitur magna copia, magnoque impetu aut totus, aut ferme totus simul ex illo erumpit. Hinc est, quod in conductoribus machinæ electricæ cuspides, & angulos præcidi quantum fieri potest necesse est, ne vapor coacervatus dispergatur. In conductoribus vero cuspides fiunt, & machinæ admoventur, ut vaporem aptius, & copiosius hauriant; at ne in cuspides desinant cavetur, ne facilius dispergant.

Nota secundo, aerem aliquanto quidem vaporis electrici diffusioni resistere, non omnino tamen: ceterum a conductore electrico radii erumpentes non apparerent.

P 5 PRI-

3. PROPOSITIO III. *Nulla habentur electricitatis signa inter duo corpora, in quibus eadem sit electrici vaporis densitas: contra vero semper inter duo corpora electrica signa apparebunt, quando in uno major sit electrici vaporis densitas, in altero minor.*

I. Ante probationem suppono, quod nemo negat, vaporem electricum ubique diffusum esse, atque aliqua ejus portione corpora omnia donari.

Suppono quoque, dum globus, vel discus vitreus, perfricatur, in illum majorem electrici vaporis copiam colligi: hoc vel ipsa eruptio vaporis hujus a conductore acuminato satis probat.

Suppono tertio vaporem hunc electricum a corpore origine electrico conductori communicari, atque in hunc solitarium pariter coacervari, & ubique, ceteris paribus, per illum diffundi. Probatur hoc vel ex eo, quod conductor hic (alii conductorem quemvis, & corpora illi adnexa communicatione electrica generico nomine *catenam* vocant) ubique eadem electrica signa edit.

II. His positis propositio probatur. Si conductor, seu catena electrica solo communicet, nulla apparent signa electrica; quantum enim vaporis a machina illi communicatur, tantundem a catena per solum, & corpora ambientia diffunditur. Si vero conductor solitarius statuatur, tunc utique admoto corpore communicatione electrico, signa electrica habentur. Satis jam hoc indicat, in primo casu vaporem æqualiter per omnia ea corpora diffusum esse; adeoque nullibi excessum esse, aut defectum. In secundo vero casu, vaporis excessum haberi in conductore, in quem ab affrictu globi vapor coacervatus transmittitur; conductorem vero accedenti corpori communicatione electrico vaporis sui excessum impertiri, ut æqualiter utrobique distribuatur.

III.

III. Pater Beccaria (1) celeberrimus scientiæ vir, & in re electrica egregie versatus, virgam metallicam recipienti vitreo ita inseruit, ut aeri aditus interclusus esset: virga e recipiente extabat, a base vero metallica, cui recipiens insistebat, distabat pollices ferme sex. E recipiente aerem hausit; summitatem virgæ conductori electrico applicuit. Excitata rotatione globi electricitate observavit, si machina pneumatica solo insisteret, perpetuo ex infima virga effundi fasciculum radiorum ipsi basi perpendicularem. Tunc si corpus communicatione electricum virgæ admovebatur, nulla apparebant signa electrica. At vero si machina pneumatica statuebatur, fasciculus radiorum uno minuto secundo conspiciebatur, dein extinguebatur: tunc admoto virgæ corpore per communicationem electrico, ab ea signa electrica obtinebantur. Prima itaque experimenti pars indicat, perpetuo vaporem electricum a virga in subiectam basim metallicam traduci, & ab hac per solum dispergi; altera experimenti pars indicat, evanescente radiorum fasciculo, vaporem cœpisse in virga coacervari; quod confirmant signa electrica tunc obtenta.

Porro diversi hi duo hujus experimenti effectus satis probant, *vaporem electricum, nisi impediatur, per corpora contigua communicatione electrica æqualiter diffundi*; obstaculo vero occurrente, & diffusionem impediente *in corpus globo contiguum per excessum coacervari*; & in primo casu, quum nullus habeatur vaporis ulla in parte excessus, aut defectus, nulla haberi electricitatis signa; quum vero in secundo hic excessus habeatur, signa haberi electricitatis. In hoc enim casu corpus virgæ admotum commu-

nem

(1) *P. Beccaria lib. 1. cap. 2.*

nem tantum electrici vaporis copiam habet, virga vero majorem habet copiam in illa coadunatam.

IV. Id ipsum contingit, si corpus partem amittat naturalis vaporis, & corpus communicatione electricum, sed naturali electrici vaporis copia præditum illi admoveatur: tunc enim signa electrica habebuntur, corpore hoc partem sui vaporis alteri minus electrico communicante. Si enim machina electrica solitaria statuatur, conductor dabit quidem initio signa electrica; sed ista subinde cessant, etiamsi globus perfricari pergat; indicat hoc vaporem a machina amplius non suffici, quum a solo non amplius hauriat, quem conductori sufficiat. Tunc vero machinæ ipsi admoveatur corpus communicatione electricum; dabit illa signa electricitatis: probat hoc, minori copia vaporis machinam donatam esse, quam corpus admotum, quod tota naturali sua electrici corporis portione gaudet.

NOTA I. *Signorum electricorum* nomine intelliguntur attractiones, & repulsiones corpusculorum, commotiones, flocci lucidi, scintillæ, aliaque hujusmodi.

II. Corpora, in quibus major sit vaporis electrici copia, quam quæ natura est in ceteris corporibus, dicuntur *electrica per excessum*, seu *positive electrica*; in quibus vero minor est electrici vaporis copia, quam quæ in ceteris natura sit, dicuntur *electrica per defectum* seu *negative electrica*. Atque hac in re nota, sulphur, picem, resinam, aliaque hujusmodi corpora affrictu fieri negative electrica: vaporem electricum scilicet in se non coacervare, sed in corpora sibi communicantia proprium vaporem transmittere. Valebit cognitio hæc ad plura horum corporum phænomena intelligenda, & explicanda.

III. Quæ hactenus ad propositionis probationem allata sunt, ex eo etiam confirmari possunt,

sunt, quod nulla inter conductoris continui, nec scabri partes, quantumvis prælongus sit, apparent signa electricitatis: unde colliges per illum vaporem esse æque distributum; at inter conductorem, & machinam ea signa deprehendi. Sint enim duo homines solitarii ambo manu conductorem jam electricum tangentes; si alter alteri digitum admoveat, nulla obtinebunt signa electrica: sunt enim ipsi pars conductoris; & inter illos, & conductorem vapor a globo suffectus est æque distributus. Hæc quo ad primum.

Quo ad secundum: sese statuat homo solitarium inter machinam, & conductorem, quem manu teneat: erit jam ipse pars conductoris: manum machinæ admoveat, omnia obtinebit signa electrica. Pari modo si conductore dimisso manum machinæ applicet: fiet tunc pars machinæ; & signa omnia electrica a conductore obtinebit.

4. COROLLARIUM. Ex hactenus expositis manifeste sequi videtur, *vaporem electricum ad æquilibrium tendere; & phænomena electrica omnia inde esse, quod sublatum inter corpora vaporis electrici æquilibrium restituatur.* Hoc ipsum magis quoque in sequentibus elucescet; ampliusque probabitur: est enim totius theoriæ electricæ fundamentum.

5. PROPOSITIO IV. *In corporibus actu electricis duplex effluvium non est admittendum, alterum e corpore idioelectrico effluens, alterum simultanee a corpore communicatione electrico ad idioelectricum affluens; ut auctor noster cum Nolleto arbitratur.*

I. Propositio hæc Nolleti, & auctoris nostri systema prorsus evertit, ac perspicuis, & certissimis experimentis probatur; ac primo quidem, si tum machina, tum conductor solitarii constituantur, postquam e conductore aliquæ eductæ fuerint scintillæ nullum amplius habetur signum ele-

electricum, quamvis machina versari pergat. Ergo nulla amplius a machina ad catenam effluit materia electrica. Ergo machina omnino vapore suo exhausta est. Si ergo illi admoveatur corpus communicatione electricum, nullus a machina ad ipsum affluxus vaporis electrici fieri deberet: adeoque nec ullum electricitatis signum haberi: quandoquidem in horum auctorum sententia quotiescumque habetur signum electricum, mutuus ille, & simultaneus habetur affluxus, & effluxus. Atqui admoto illo corpore signa electrica apparent; ergo hæc non habentur per mutuum vaporis effluxum, & affluxum. Ergo mutuus hic effluxus, & affluxus est commentitius.

II. NOTA. In casu hoc, exhausta machina electrica est *negative electrica*; corpus vero illi admotum respectu illius est *positive electricum* Quare ab hoc illi pars sui vaporis communicatur ita, ut inter illud, & machinam vapor æquabiliter sit distributus, & æquilibrium assequatur.

III. Probatur secundo propositio. Si quum vapor e conductore jam electrico in corpus admotum effluit, alius vapor in conductorem afflueret (ut in horum auctorum sententia affluere deberet), jam quantum conductor effluxum amittit, tantundem affluxus obtineret; ergo, jactura restitutione semper compensata, conductor semper electricus per excessum esse deberet; sed hoc experientia falsum evidenter ostenditur; præsertim si machina solitaria sit: cessant enim tunc citissime signa electrica; ergo mutuus assertus materiæ electricæ effluxus, & affluxus non habetur.

IV. Probatur tertio ex eo, quod si conductori jam electrico admoveatur cuspis metallica, in hac stellula lucida apparebit. Tangat tunc aliquis conductorem; stellula evanescit. Porro hoc in Nolleti sententia explicari nequit, quum in illa

illa oppositum evenire debeat. Per Nolletum enim stellula est vapor a cuspide emanans ad vaporem a conductore effusum supplendum. Atqui quum quis conductorem tangit, tanto majorem copiam vaporis amittit conductor, illum tangenti communicans; ergo tanto magis compensatione indiget a cuspide metallica; ergo tanto magis in hac stellula apparere deberet ad jacturam compensandam. Ergo sententia Cl. Nolleti nulla ratione admittenda est.

5. COROLLARIUM I. Ex hactenus probatis, aperte sequitur, *quotiescumque inter corpora occurrunt signa electrica, semper ab uno corpore vaporem emitti, ab altero admitti.*

6. VI. COROLLARIUM II. Sequitur etiam quod supra innuimus, *electricismum omnem ad duplex, & contrarium genus adduci; ad electricismum scilicet per excessum, & per defectum.* Etsi hoc ex præcedentibus descendat; tamen eleganti, & facili experimento Patris Beccariæ evidenter confirmatur. Pendeat a conductore planum metallicum: e conspectu sit aliud planum metallicum cum solo communicans, alteri plano parallelum, & distans pollices quatuor aut quinque. Medium inter hos suspendatur a filo serico uno ex suis angulis quadratum ex crassiori charta bracteolis metallicis obductum, & pollices ferme duos latum. Electrizetur conductor: illico quadratum hoc oscillare incipit, & angulis diagonaliter oppositis a plano ad planum perpetuo alternatim ferri: accedente vero quadrati angulo ad planum a conductore pendens., ab hoc emergit floccus lucidus: accedente quadrato ad oppositum planum ab hoc emergit stella. Porro hæc phænomena in singulis oscillationibus constanter apparent. Ex quibus rem ita persequor.

I. Floccus, & stellula sunt diversa electricitatis signa; ergo jam diversus est planorum electricismus.

II. In planum a conductore pendens, quodque propterea ipsius conductoris pars est, vapor electricus a machina perpetuo transmittitur. Ergo planum hoc erit electricum per excessum: electricitatem suam quadrato communicat per floccum; ergo floccus est electricitatis per excessum indicium. Jam modo quadratum ipsum erit electricum per excessum respectu plani oppositi: hunc itaque eccessum illi cummunicat; & communicationis hujus indicium est stellula. Ergo stellulà est electricitatis per defectum indicium. Porro hæc, quæ in hoc experimento, in tenebris præsertim, apertissime conspiciuntur, in ceteris electricis experimentis quoque rite observanti innotescunt; ergo ad electricitatem per excessum, & per defectum omnia tandem adducuntur.

COROLLARIUM III. Ex his quoque tendentia vaporis electrici ad æquilibrium manifeste elucet; ab eaque electrica phænomena esse repetenda plane probatur.

COROLLARIUM IV. Ex dictis colliges qua ratione dignosci possit electricismus per excessum, ac per defectum. *Stellula est signum corporis vaporem electricum recipientis, floccus dantis.* A quo ergo corpore stella apparet, ab eo indicium est vaporem hauriri, adeoque illud per defectum electricum esse: a quo floccus emanat, ab eo indicium est vaporem effundi; ac propterea illud per excessum electricum esse.

COROLLARIUM V. Ex electricismo per excessum, & pet defectum, & ex tendentia vaporis electrici ad æquilibrium facile electricitatis phænomena explicari possunt. Infinitum esset ea recensere, ut cuique patet. Ea tamen explicandi rationem inveniet homo ingenio sagaci præditus ex phænomenis, quæ in quatuor diversis machinæ, & conductoris statibus apparent. Cetera ferme omnia phænomena electrica alicui ex his quatuor, quæ subijcimus erunt analoga.

I. Nec

I. Nec machina, nec conductor solitarii sint, sed corporibus aliis communicent. Nullum nec a machina, nec a conductore electricitatis signum obtinebitur: quantum enim vaporis machina conductori tribuit, tantundem illi a solo, aliisque contiguis corporibus sufficitur: quantum conductor vaporis haurit, tantundem contiguis corporibus distribuit. Ergo nullibi excessus, aut defectus; ergo nec signa electrica habent.

II. Si tum machina, tum conductor sint solitarii, conductor primum admoto corpore communicatione electrico dat signa electrica; a machina enim electricus factus fuerat per excessum. At tunc machina exhausta est; & quum conductori non amplius novum vaporem communicare possit, cessant in conductore signa electrica. Rebus sic constitutis, admoveatur corpus communicatione electricum machinæ: dabit hæc signa electrica: respectu enim corporis admoti est electrica per defectum. Iterum ergo inter machinam, & conductorem æquilibrium statuitur ex vapore ab externo hoc corpore hausto. Machina itaque vaporem hunc in conductorem iterum coacervare poterit; & conductor dabit signa electrica; sed machina exhausta iterum est, & negative electrica: quare admoto externo corpore signa electrica iterum dabit; atque ita porro.

III. Solitarie statuatur machina: conductor corporibus aliis communicet: nulla dabit hic signa electrica, quum ejus vapor semper sit in statu suo naturali cum vapore aliorum corporum æquilibratus. Machina semper dabit signa electrica, quum semper respectu corporum admotorum sit electrica per defectum.

IV. Conductor sit solitarius, machina solo communicet. Conductor perpetuo electricus per excessum (machina illi novum, ac novum vaporem perpetuo ministrante) perpetuo signa dabit

bit electricitatis. Machina nulla unquam electricitatis ſigna dabit: ſolo enim, aliiſque corporibus communicat; adeoque ejus vapor cum ceterorum corporum vapore eſt in æquilibrio.

De electricitate vitri.

6. Tres peculiares electricas proprietates vitrum obtinet, quas hic breviter recenſere opus eſſe ducimus, tertiam præcipue, a qua unice præclariſſimorum phænomenorum explicatio deſumi poteſt.

Harum prima eſt, *vitri electricitatem in ea dumtaxat ejus parte excitari, qua perfricatur*. Certiſſimo, ac facillimo experimento proprietas iſta probatur: ea enim tantum globi, ſeu diſci vitrei pars, quæ affrictui ſubeſt, dat ſigna electrica.

7. Altera eſt, *eam ſolum vitri partem electricitate deſtitui, cui corpus communicatione electricum admovetur, vi electrica in reliquis perſeverante*. Facili experimento hocquoque probatur. Si enim globi, aut diſci electrici parti alicui corpus communicatione electricum admoveatur, & ibi diutius detineatur, tandem ibi ſigna electrica ceſſabunt: manifeſto indicio, ibi vim electricam exhauſtam eſſe. Hiſce ſtantibus ſimile corpus alicui alteri globi parti admoveatur: illico ſigna electrica ibi apparebunt: manifeſto indicio, ſi in una parte vis electrica defecit in altera non defeciſſe.

8. Tertia, & potiſſima eſt hujuſmodi. *Una vitri ſuperficies nequit electrica fieri per exceſſum niſi altera electrica fiat per defectum; & viciſſim*. Hæc vitri proprietas experimento phialæ Lugduno-Batavæ optime probatur. Phialam hanc deſcribit auctor noſter nu. 1076. Ad hanc phialam electricitate donandam duo requiruntur, altero quorum deficiente non fit electrica. Primum quidem, ut intima vitri ſuperficies, in qua aqua

aut

(aut aliud corpus communicatione electricum, puta ramenta ferri, plumbum minutum, bractea metallica) continetur, externis corporibus communicatione electricis non communicet. Alterum, ut externa vitri superficies interno corpori communicatione electrico subjecta corporibus communicatione electricis exterius communicet. Alterutro ex his deficiente, phiala non fit electrica. Hoc experientia certissimum est. His vero positis.

I. Si ad phialæ electricitatem requiritur, ut intima phialæ superficies dum electrizatur non communicet externo corpori per communicationem electrico, hoc ideo certe est, ne vapor a catena per uncum phialæ, & ab hoc per inclusum corpus intima vitri suporficie coacervatus, alio dispersus transferatur. Si vero ad phialæ electricitatem requiritur, ut externa vitri superficies communicet corporibus communicatione electricis; certe hoc ideo erit, ut vapor ab externa hac superficie alio traducatur. Jam vero vel vapor hic, qui dispergitur, procedit ab intima superficie, vel ab extima. Non ab intima; secus qui illuc coacervatur, dispergeretur, contra primum requisitum ad phialæ electricitatem; ergo ab extima. Nequit ergo una vitri superficies electrica fieri per excessum, nisi altera electrica fiat per defectum. Q. E. D.

II. Neque dixeris, intimam vitri superficiem non eam esse, quæ electrica fiat per excessum, sed uncum, & aquam, aut aliud corpus inclusum. Ne, inquam, hoc dixeris. Nam si ab electrizata jam phiala caute eduxeris uncum, suber, & corpus inclusum, & alium uncum, aliudque corpus non electrizatum substitueris, adhuc omnia signa electrica phialæ hujus propria, & ab auctore nostro exposita obtinebis. Manifestum ergo hoc indicium est, vaporem electricum in intimam vitri supeficiem congregari.

9. Manifestum quoque est, ab extima vitri su-

ſuperficie vaporem abduci: hæc enim nuda, nullo etiam metallico integumento, modo hominis ſubjecta manu, aut alio corpore communicatione electrico ſit ſuſtentata, vaporem amittit; ergo hic ab ipſa extima vitri ſuperficie adimitur.

10. Altera quoque propoſitionis pars, quod ſcilicet *una vitri ſuperficies nequeat electrica fieri per defectum, niſi altera electrica fiat per exceſſum*, ſimili modo, ſimilique experimento probatur.

Appendatur enim phiala non jam amplius conductori, ſed machinæ electricæ ſolitariæ; conductore non ſolitario, ſed ſolo, aliiſve corporibus communicante. Machina tunc, ut ſuperius oſtendimus, electrica fiet per defectum: hauriet illa itaque vaporem e phiala, cujus propterea intima ſuperficies & ipſa electrica fiet per defectum. At vero ita non fit electrica, niſi in extima ſuperficie aut hominis manu, aut fulcro communicatione electrico ſuſtentetur: hoc ergo ideo requiritur, ut in hanc extimam ſuperficiem vapor electricus per hominem, & adjecta corpora congregetur; adeoque ut ipſa electrica fiat per exceſſum. Q. E. D.

11. Ex his plura colliges, quæ rem electricam maxime illuſtrant, & quibus plura ab auctore noſtro perperam explicata apte, recte, & facile explicabis.

12. Colliges primo, nullam dari inter extimam, & intimam phialæ ſuperficiem vaporis electrici communicationem: imo neceſſario hanc intercipi debere, ut experimentum ſequatur. Hinc vides explicationem experimenti Lugduno-Batavi ab auctore noſtro traditam omnino reiiciendam eſſe.

13. Colliges ſecundo qua ratione experimentum hoc explicandum ſit. Quum extimæ ſuperficiei phialæ cum intima ſit communicatio, ſeu ut auctor noſter ait, quum ſit *circulus electricus*,

cus,

cus, tunc vapor superficiei electricæ per excessum irruit in superficiem electricam per defectum ad æquilibrium instaurandum juxta principia superius a nobis statuta.

14. Colliges tertio, tabulam magicam, seu; ut alii ajunt, quadratum magicum a phiala Lugduno-Batava non nisi figura differre: re vero ipsa idem esse. Metallum laminæ vitreæ superius inductum unci, & corporis phialæ inclusi loco est: uno verbo conductoris pars est: subjecta superficies quoque metallo obducta, illius *armatura*, ut ajunt, loco est, quæ quoque phialæ Lugduno-Batavæ exterius ad majorem, & faciliorem effectum obtinendum agglutinari solet. Ceterum tum phialæ, tum quadrati experimentum easdem duas superius indicatas n. 8, conditiones requirit. Vitrum, quod in quadrato circa metallum duorum, aut trium pollicum latitudine nudum relinquitur, ideo ita relinquitur, un nulla inter vitri superficiem electricam per excessum, & alteram electricam per defectum habeatur communicatio.

15. Colliges quarto qua ratione ea quoque, quæ ad naturalem electricitatem pertinent explicanda sint. Nubes electrica per excessum ad corpus communicatione electricum accedens vaporis sui excessum illi communicat: hinc signa illa electrica tanto majora, tantoque magis horrenda, quanto major est vis electricitatis naturalis ob majorem electrici vaporis copiam collectam, vi electricitatis artificialis.

16. Colliges quinto, injuria ab auctore nostro contemni conductores electricos, seu, ut alii ajunt, *fila salutis*, turribus, domibus, pulveris pyrii promptuariis, navibus ipsis apposita; si enim apte collocentur, & distribuantur, electricum nubium vaporem innocuum intra terram humentem, aut aquam (quæ optimus est vaporis electrici conductor) deducunt, ibique dispergunt. Tot tantaque optimi eventus in protegendis a ful-

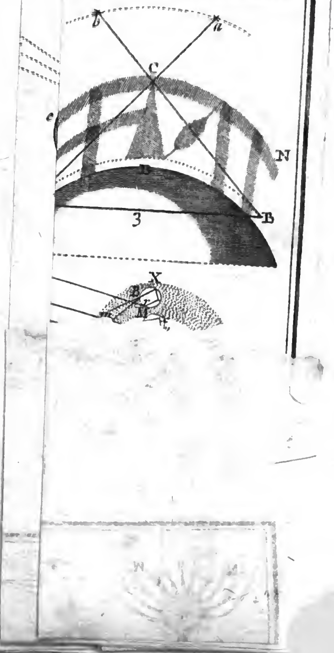
fulmine corporibus per hæc fila jam exempla certissima sunt, ut in hac re diutius immorari supervacaneum sit.

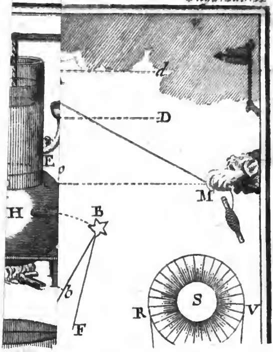
16. Colliges tandem in electricis phænomenis quæ innumera proponi possunt, explicandis hæc semper præ oculis habenda esse; primum quidem, *signa electrica non haberi nisi inter duo corpora, quorum alterum electricum sit per excessum, alterum per defectum*; alterum vero, *vaporem electricum tendere ad æquilibrium*. Duo hæc principia solide a nobis statuta firmiter teneas: his ducibus objecta phænomena diligenter considera: si sagaci ingenio donatus sis, facile ex ipsa phænomenorum natura deprehendes ubi vaporis excessus sit, ubi defectus, & qua ratione æquilibrium restituatur: his quoque ducibus illa omnia explicabis, quæ Cl. Nolletus congessit, ut suum de duplici effluvio systema tueretur, quæque singula persequi non brevis hujus appendicis est: integrum illa volumen postularent.

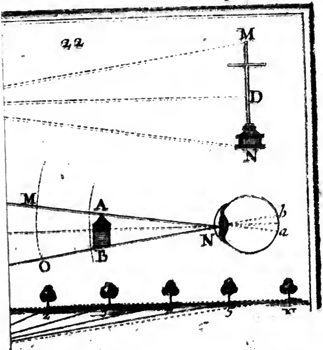
Hæc itaque præcipua sunt, quæ sectioni auctoris nostri de electricitate addenda duximus; atque hæc ad rem illustrandam satis esse arbitramur. Qui principia breviter hac appendice a nobis statuta probe teneat, is, ni fallimus, & quæ auctor noster tradit, & quæ apud alios auctores inveniet phænomena electrica facile & recte explicabit.

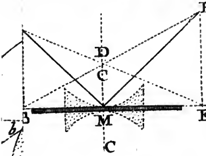
Finis Appendicis.

Phys. Tab. I.

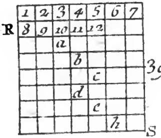



d
D
E
o
M
H
B
b
F
S
R
V

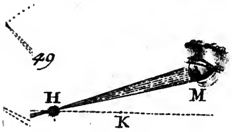

22
M
D
N
M
A
B
O
N
b
a
2
5

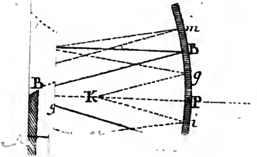


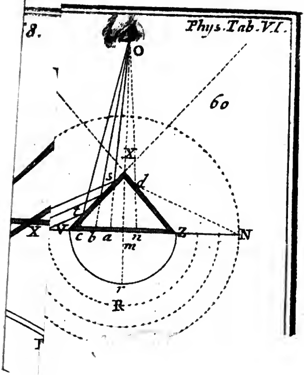
37.

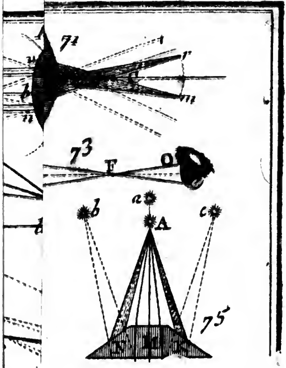


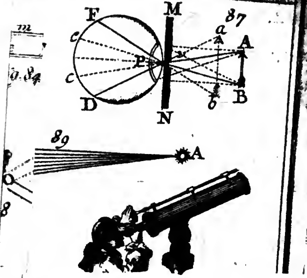
39


49
H
M
K


m
b
B
g
K
P
s
i


8.
Phys. Tab. VI.
O
60
X
s
d
t
X
V
c
b
a
n
m
Z
N
r
R


71
r
m
b
n
73
F
O
a
b
A
c
75


m
g. 84
F
M
87
a
A
c
P
x
c
B
b
D
N
89
A
8

Phys Tab IX

